DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Elfter Jahrgang. 29. Juni 1923. Heft 26.

Richard Wettstein - Westersheim.
Zu seinem sechzigsten Geburtstage.

Von C. Correns, Berlin-Dahlem.

Am 30. Juni feiert der ordentliche Professor der systematischen Botanik, Direktor des Botanischen Gartens und Museums der Universität und Vizepräsident der Akademie der Wissenschaften in Wien, Hofrat Professor Dr. *Richard Wettstein-Westersheim* seinen sechzigsten Geburtstag. Ein Schüler *Anton von Kerners*, hat er als dessen Nachfolger den alten hohen Ruf der Systematik an der Wiener Universität — man denke nur an die *Jaquins* und *Endlicher* — aufrechterhalten. Er ist der Begründer einer ganzen Systematikerschule, die man die spezifisch österreichische nennen kann, und auch außerhalb seines Vaterlandes als einer der ersten seines Faches anerkannt.

Systematik läßt sich in sehr verschiedener Weise betreiben und ist auch so getrieben worden. Ursprünglich genügte sie sich im Unterscheiden, Benennen und Beschreiben der Sippen, Arten und Gattungen und mit dem Einreihen derselben in ein System, das schon aus praktischen Gründen mehr oder weniger künstlich sein muß. Das war zu *Linnés* Zeiten und in *Linnés* Augen „die" Botanik. Jetzt gilt das als eine nützliche Handwerksarbeit, die, so nötig sie ist, doch nur das Rohmaterial zu den eigentlichen wissenschaftlichen Untersuchungen liefert.

Die Ziele, die die systematischen Studien heutzutage verfolgen, sind recht verschieden; je nach der Eigenart des Forschers tritt bei ihm bald das eine, bald das andere, mehr oder weniger scharf, in den Vordergrund, wenn sie auch im Grunde alle miteinander zusammenhängen. Den einen interessieren in erster Linie pflanzengeographische Fragen; die systematischen Untersuchungen liefern ihm das Material, um die Entwicklungsgeschichte der Pflanzendecke der Erde zu verfolgen. Ein zweiter sucht den phylogenetischen Fragen zu Leibe zu gehen und arbeitet am Auf- und Ausbau des Systemes, das immer natürlicher werden, die genetischen Beziehungen der Formenkreise immer klarer zum Ausdruck bringen soll. Der dritte studiert an dem systematischen Material das Problem der Speciesbildung. *R. Wettstein* haben all diese Fragestellungen gefesselt, besonders aber die beiden letzten, und von ihnen wieder offenbar die *Artbildungsfrage* am meisten.

Wenn man diese Frage studieren will, wird man sich dazu nicht Verwandtschaftskreise aussuchen, die innerhalb der Tropen zu Hause sind, oder in Gegenden, die zurzeit nur mangelhaft durchforscht sind, und aus denen selbst die größten Herbarien, auf deren Benutzung man schließlich doch angewiesen ist, günstigen Falles nur Stichproben enthalten, während umgekehrt für *phylogenetische* und *pflanzengeographische* Untersuchungen jedes Neuland und jedes wenig bekannte Gebiet große Überraschungen bergen kann.

Als Phylogenetiker hat deshalb *Wettstein* auch 1901 eine botanische Expedition nach Südbrasilien geführt, deren reiche Ergebnisse erst teilweise verarbeitet und veröffentlicht sind.

Zu Artbildungsstudien wendet man sich am besten zu solchen Familien, Gattungen und Gattungssektionen, die in den bestdurchforschten Gegenden, also in Europa, und hier wieder im mittleren, nördlichen und westlichen Teil, ihr Hauptverbreitungsgebiet haben. Das hat denn auch *Wettstein* getan.

Die Bearbeitung der Scrophulariaceen für *Englers* „Natürliche Pflanzenfamilien" (1891) hatte ihn zunächst zum Studium der Gattung *Euphrasia* („Augentrost") geführt, die, wie jeder Florist weiß, gerade in Mitteleuropa eine Menge schwer unterscheidbarer Arten besitzt. Die Untersuchungen fanden in einer großen Monographie (1896) ihren Abschluß. Ihnen folgte die Bearbeitung einer anderen, sehr schwierigen Gruppe von Sippen, der „endotrichen" (violettblühenden) *Gentiana*arten (1897) und der Gattung *Globularia*. Über eine weitere, sehr interessante, sippenreiche Formengruppe, die Gattung *Sempervivum* („Hauswurz"), die den großen Vorzug leichter Kultivierbarkeit besitzt, hat *Wettstein* seit vielen Jahren gearbeitet; wir dürfen auf einen baldigen Abschluß der Monographie und ihre Veröffentlichung hoffen. Er hat daran, unter anderem, die wichtige Beobachtung gemacht, daß Artbastarde von Generation zu Generation fruchtbarer werden, also ein Merkmal, das ihre Herkunft verrät, verlieren können. Die zahlreichen Schüler sind dem Meister in der Untersuchung einheimischer Gattungen gefolgt; ich erwähne nur einige dieser monographischen Arbeiten: die von *v. Sterneck* über die *Alectorolophus*arten, von *v. Handel-Mazetti* über *Taraxacum*, von *Vierhapper* über *Soldanella* und über *Erigeron*, von *Janchen* über die *Cistaceen* und die Gattung *Hedraianthus*, von

Ronninger über *Melampyrum*, von *Jakowatz* über die Arten der Sektion *Thylacites* der Gattung *Gentiana* (*G. acaulis*) usw.

Bei dem Studium der oft wenig auffällig von einander abweichenden Sippen solcher Gattungen und Gattungssektionen hat *Wettstein* die *geographisch-morphologische Methode* ausgebildet; ihre Grundzüge sind in einem 1898 erschienenen kleinen Buche auseinandergesetzt. Trägt man auf einer Karte die Verbreitungsgebiete aller unterscheidbaren Sippen einer Formengruppe, z. B. der endotrichen Gentianen oder der europäischen Euphrasien, ein, so überdecken sie sich vielfach. Sucht man nun aber auf der Karte die Sippen zusammen, deren Areale *aneinandergrenzen*, ohne sich zu überschneiden, so erhält man Gruppen, deren einzelne Glieder nächstverwandt sind, wie eine genaue morphologische Untersuchung zeigt. So lassen sich aus den 22 Sippen, die *Wettstein* in der Sektion *Endotricha* der Gattung *Gentiana* unterschieden hat — außer einer Anzahl isoliert stehender Arten mit ebenfalls isolierten Verbreitungsgebieten —, eine *campestris*-Gruppe mit 3 Arten, eine *polymorpha*-Gruppe mit 8 Arten und eine *Amarella*-Gruppe mit 3 Arten ausscheiden. Die Areale dieser *Gruppen* überdecken sich, die Areale der *Sippen* in der einzelnen Gruppe stoßen aneinander; die Sippen innerhalb einer Gruppe sind unzweifelhaft näher unter sich verwandt als die Sippen verschiedener Gruppen. An den Berührungsgrenzen der Areale treten Übergangsformen auf, denen *Wettstein* nichthybriden Ursprung zuzuschreiben geneigt ist.

Die geographische Untersuchung lehrt ihn so die (morphologisch sehr ähnlichen) Sippen, die jüngsten Datums sind, von den (morphologisch schärfer getrennten) Sippen älterer Herkunft unterscheiden; die einen haben aneinanderstoßende, aber sich ausschließende Verbreitungsareale, die andern sind durch mehr oder weniger weite Gebiete getrennt oder können im selben Gebiet nebeneinander wohnen. Der Widerspruch mit der Annahme eines „*gesellschaftlichen* Entstehens neuer Species", zu der *Nägeli* früher auf Grund seiner intensiven monographischen Studien an den Habichtskräutern (Gattung *Hieracium*) gekommen war, ist wohl nicht so scharf, als es auf den ersten Blick scheint, und löst sich vielleicht schon dadurch auf, daß es in verschiedenen Gattungen verschiedene Hauptwege der Speciesbildung gibt.

Die Tatsachen selbst bei *Gentiana*, *Euphrasia* usw. erklärte *Wettstein* durch die Anpassung an die Lebensbedingungen, die ja nicht nur zeitlich, sondern auch räumlich in ganz bestimmter Weise angeordnet sind. Er nimmt an, daß die Sippen, die in Anpassung an diese räumlich bestimmt verteilten Faktoren entstanden sind, durch analoge räumliche Verbreitung auf ihr Entstehen zurückschließen lassen.

Bei der Anpassung an den Standort ist *Wettstein*, auch jetzt noch, geneigt, die „*direkte Bewirkung*" eine große Rolle spielen zu lassen, wie es seinerzeit auch *Nägeli* getan hat, wie dieser ohne die Rolle der Kreuzung und der Mutationen auszuschließen, und unter Betonung der außerordentlich wichtigen, jätenden Rolle der Selektion. *Wettstein* ist einer der ausgesprochensten Verfechter des Neo-Lamarckismus, natürlich des *physiologischen*, nicht des psychologischen, geblieben.

Ein weiteres, sehr interessantes Ergebnis dieser Untersuchungen war die Entdeckung „*saisondimorpher*" *Arten* unter unseren Blütenpflanzen (1895), die zunächst bei den „endotrichen" Gentianen gelang. Schon *A.* und *J. Kerner* hatten die Arten dieser Gattungssektion in zwei Gruppen, die frühblühenden „*Aestivales*" und die spätblühenden „*Autumnales*", geschieden. Bei der eingehenden morphologischen Untersuchung fand nun *Wettstein*, daß je eine Art der einen Gruppe mit je einer der anderen sicher zusammengehört, indem sich beide von einer gemeinsamen Stammsippe herleiten. So bilden *Gentiana spathulata* mit *G. Sturmiana*, *G. praeflorens* mit *austriaca*, *G. praecox* mit *carpathica* solche Artenpaare. Die Paarlinge unterscheiden sich aber, außer durch die Blütezeit, auch noch durch morphologische Merkmale. Die frühblühenden haben stumpfe Blätter und wenige, dafür aber verlängerte Stengelinternodien, die spätblühenden spitze Blätter und zahlreiche, dafür aber kurze Internodien. Stellt man, wie das früher wirklich geschehen ist, die Sippen nach *diesen* Merkmalen zusammen, so erhält man Gruppen, die ganz unnatürlich sind. — Die Erscheinung ist nicht auf *Gentiana*arten beschränkt; *Wettstein* fand sie auch bei anderen *Wiesen*pflanzen, so bei *Euphrasia*, *Odontites* und *Chlora*, *v. Sterneck* bei *Alectorolophus* usw.

Mit den endotrichen Gentianen kann man schwer experimentieren; sie lassen sich kaum kultivieren. *Wettstein* wandte sich deshalb zu *Euphrasia*, um die biologische Bedeutung des unterschiedlichen Verhaltens aufzuklären und so etwas über seine Entstehung aussagen zu können. Sät man die Samen einer frühblühenden Sippe und die des zugehörigen spätblühenden Paarlings auf denselben Rasen aus, so hält die sich rasch entwickelnde (aestivale) mit dem Graswuchs Schritt, die langsamer sich entwickelnde (autumnale) kommt nur vereinzelt, nach dem Absterben des Grases, zum Blühen. Wird das Gras aber zur gewöhnlichen Zeit abgemäht, so tritt Blühen und Fruchten der autumnalen Sippe sehr rasch ein. *Wettstein* steht denn auch nicht an, der *Heumahd* eine wichtige, ja die ausschlaggebende Rolle bei der Entstehung des Saisondimorphismus zuzuschreiben und damit die Ausbildung der Artenpaare, genauer wohl die Isolierung durch Selektion, in relativ sehr junger Zeit zu suchen. Es können aber natürlich dabei auch andere Faktoren eine Rolle spielen, denn die frühblühende

Sippe ist eben an eine *kurze*, die spätblühende an eine *lange Vegetationsperiode* angepaßt. — Von dem, was im Tierreich gewöhnlich als Saisondimorphismus bezeichnet wird — man denke an die durch *Weismann* klassisch gewordenen *Vanessa prorsa* und *levana* —, unterscheidet sich der oben besprochene dadurch, daß es sich nicht um verschiedene *Zustände derselben*, erblich einheitlichen *Species* (verschiedene *Phäno*typen desselben Genotypus) handelt, sondern um *verschiedene Species*, um erhebliche Unterschiede (verschiedene *Geno*typen).

War bei den bisher erwähnten Arbeiten *Wettsteins* die Artbildungsfrage im Vordergrund des Interesses gestanden, so sind nicht weniger wichtige den phylogenetischen Problemen gewidmet. Alle seine Erfahrungen und Überlegungen finden sich in dem großen *Handbuch der systematischen Botanik* zusammengefaßt, von dem der erste Band 1901 in erster Auflage erschien. 1911 folgte eine zweite Auflage, und vor kurzem ist der erste Band einer dritten herausgekommen. Das Werk füllt die Lücke aus zwischen den (naturgemäß kurzen) Darstellungen, wie sie in den Lehrbüchern der Botanik enthalten sind, und einer so eingehenden Darstellung, wie sie in den „natürlichen Pflanzenfamilien" geboten wird. Es erhält seinen besonderen Charakter durch die starke Betonung der phylogenetischen Gesichtspunkte und zeichnet sich ebensowohl durch die leicht lesbare Darstellung, als durch die reiche Ausstattung mit Abbildungen aus, von denen sehr viele, besonders bei den Blütenpflanzen, Originale sind. Sie beweisen, daß das Werk keine Kompilation ist, sondern auf eigenen Untersuchungen fußt, auch für den, der es nicht aus dem Texte selbst herausfinden kann.

Die erste Auflage war bahnbrechend in der Behandlung der *„Thallophyten"*, dessen, was man als „Algen" und „Pilze" zu bezeichnen pflegt. Längst hatte sich die Erkenntnis Bahn gebrochen, daß diese beiden großen Sammelgruppen, die sich nur durch ein Merkmal, ihre Lebensweise — autotroph oder heterotroph — unterscheiden, unnatürlich sind. Es hatte auch nicht an Versuchen gefehlt, zu einer besseren Einteilung zu gelangen, besonders seit *Cohn* die Fortpflanzungsweise dazu benützt wissen wollte, aber ohne rechten Erfolg. Alle Anläufe, unter Aufgabe der „Algen" und „Pilze" die Thallophyten in eine ansteigende Entwicklungsreihe zu ordnen, mißrieten mehr oder weniger. Im ersten Band des Handbuches, 1901, finden wir nun zuerst den zweifellos richtigen Gedanken durchgeführt, daß als „Thallophyten" eine ganze Anzahl von Entwicklungsreihen, „Stämmen", zusammengefaßt werden, die voneinander völlig unabhängig sind. Jeder hat seinen besonderen Ursprung in niederen, flagellatenähnlichen Organismen und beginnt mit relativ einfachen Formen, um zu immer höheren (komplizierter gebauten) anzusteigen, wobei die verschiedenen Stämme sehr ungleich weit gehen. Die Thallophyten sind *polyphyletisch*.

Solcher Stämme unterschied *Wettstein* sechs: *Myxophyten* („Schleimpilze"), die übrigens schon *Engler* wegen ihrer ganz absonderlichen Eigenschaften von den übrigen Thallophyten abgetrennt hatte, *Schizophyten, Zygophyten, Euthallophyten, Phaeophyten* und *Rhodophyten*. „Pilze" sind außer den Myxophyten ein Teil der Schizophyten (die Bakterien) und ein Teil der Euthallophyten; das übrige sind „Algen".

Die Grundauffassung hat sich sofort allgemeiner Zustimmung zu erfreuen gehabt, wenn auch im einzelnen hier und da Änderungen vorgeschlagen wurden, die im wesentlichen auf eine weitere Zersplitterung der Stämme hinausliefen. So hat man die „Zygophyten", vielleicht nicht mit Unrecht, in den *Bacillariaceen*stamm (Diatomeen) und den *Conjugaten*stamm zerlegt und sie den übrigen Stämmen gleichwertig an die Seite gestellt. Auch über die Eingliederung der *Charales* (Armleuchtergewächse) unter die grünen Euthallophyten kann man wohl anderer Meinung sein. Noch sind bei *Wettstein* auch diese Euthallophyten in eine autotrophe, chlorophyllgrüne Klasse, die Chlorophyceen oder Algen im engeren Sinne, und in eine heterotrophe, nicht grüne Klasse, die parasitisch oder saprophytisch lebenden Pilze im engeren Sinne, geteilt, gewiß nur deshalb, weil unsere Kenntnisse noch nicht ausreichen, die wohl sicher polyphyletischen Pilze bei den autotrophen Algen an den richtigen Stellen unterzubringen. Über alle solche Punkte läßt sich streiten — *Wettstein* hat an den 1901 unterschiedenen nur 6 Stämmen auch in der neuesten Auflage des Handbuches festgehalten —; das große Verdienst, zuerst das richtige Prinzip in der systematischen Anordnung der Thallophyten ein- und durchgeführt zu haben, wird immer mit *Wettsteins* Namen verknüpft bleiben und den ersten Band des Handbuches epochemachend erscheinen lassen.

Bahnbrechend ist auch die Verwendung des (antithetischen) *Generationswechsels* zu phylogenetischen Zwecken, gerade bei den Thallophyten. Es kann an dieser Stelle nicht näher auf diese zu komplizierten Dinge eingegangen werden. Nur das sei hervorgehoben, daß *Wettstein* bei der Mehrzahl der verschiedenen Stämme eine Zunahme der „Diplophase" nachweisen kann, wie sie für den Kormophytenstamm eigentlich schon seit *Hofmeister* bekannt, wenn auch nicht vollverstanden war. Die biologische Bedeutung der immer weiter gehenden Entwicklung der Diplophase sieht er in der damit zunehmenden Möglichkeit für die Außenbedingungen, den Organismus zu beeinflussen und so zum Auftreten neuer durch direkte *Anpassung* entstandener Sippen zu führen. Er lehnt dabei die Deutung, die *Svedelius* gegeben hat, nicht ab, sieht also den Nutzen der Ausbildung der Diplophase auch darin, daß sie die Zahl der Genkombinationen steigert und so,

auf einem zweiten Wege, zur Entstehung neuer Sippen als *Neukombinanten* führt.

Weitere Studien *Wettsteins* zur Phylogenie der Pflanzen betrafen Einzelfragen der Entwicklung des Kormophytenstammes: Moose→ Farne→ Gymnospermen→ Angiospermen. So hat er den Ursprung des Pollenschlauches behandelt und eine neue, höchst originelle, aber noch umstrittene Theorie über die Ableitung der Angiospermenblüte aufgestellt. Die früher und auch heute oft noch vertretene Theorie leitet sie von einem *Zapfen* her, wie ihn bei den Gymnospermen etwa die ausgestorbenen *Benettitales* besaßen, wo die in der Mitte stehenden, offenen Fruchtblätter von einem Kreis großer, gefiederter Staubblätter und diese wieder von sterilen Hüllblättern umgeben waren. Hieraus läßt sich relativ leicht eine Blüte, wie sie heutzutage die Polycarpicae, etwa eine Magnolie oder ein Hahnenfuß, besitzen, ableiten, indem man die Fruchtblätter sich zu Fruchtknoten schließen läßt, usw. *Wettstein* dagegen führt die Einzelblüte auf einen ganzen *Blütenstand* zurück, der oben, resp. in der Mitte, weibliche Blüten, darunter, resp. darum, männliche Blüten und wieder darunter oder darum die Tragblätter der männlichen Blüten als Hülle ausbildet. Die Hüllen um die Einzelblüten schwinden, die Staubblätter in den männlichen Blüten werden auf zwei reduziert und verwachsen miteinander usw. Ein Vorstadium dazu hat *Wettstein* bei den Ephedraceen, speziell bei *Ephedra campylopoda* entdeckt, jenen Gymnospermen, die auch sonst in vieler Hinsicht den Angiospermen am nächsten kommen. Etwas Ähnliches findet sich auch bei den Wolfsmilchgewächsen (*Euphorbia*arten), wo das „Cyathium", das der Laie ohne weiteres als eine Blüte ansieht, auch ein ganzer Blütenstand ist, mit einer zentralen weiblichen Blüte und darum gestellten männlichen Blütenständen, in denen jede Blüte auf ein Staubgefäß reduziert ist, und deren Tragblätter die verwachsenblättrige Hülle bilden.

Die Theorie *Wettsteins* hat, obschon sie auf den ersten Blick komplizierter als die ältere Theorie erscheint, sehr viel für sich; sie erklärt den Bauplan mancher „monochlamydischer" Blüten, z. B. der Kätzchenträger und Brennesselgewächse, mit ihren den Hüllblättern opponierten Staubgefäßen, ohne weiteres. Und gerade sie hatte man seit langem als besonders ursprüngliche Typen angesehen. Man merkt, die Frage läuft darauf hinaus, ob man die Polycarpicae oder die Brennesselgewächse und ähnliche monochlamydische Familien für die primitivsten Angiospermen zu halten hat. Dabei wird ein *monophyletischer* Ursprung dieser Abteilung angenommen. Es wäre allzu ketzerisch, an ihm zu zweifeln und an einen polyphyletischen zu denken, wobei dann beide Theorien nebeneinander zu Recht bestehen könnten.

Das Ausgeführte, das nur die großen Arbeiten *Wettsteins* berücksichtigt, zeigt schon seine originelle, bahnbrechende, ideenreiche Wirksamkeit. Dabei ist er kein Gelehrter, dessen Leben sich allein in Studierzimmer und Hörsaal, in Museum und Garten abspielt; er steht mitten im öffentlichen Leben seiner Heimat, und es ist bewunderungswürdig, wie er Arbeitslust und Arbeitskraft auf die beiden Gebiete zu verteilen versteht, ein Zeichen großer geistiger und körperlicher Rüstigkeit. Möge sie ihm noch viele Jahre erhalten bleiben und ihm den Abschluß schon lange fortgeführter Untersuchungen und die Inangriffnahme und Vollendung neuer ermöglichen, die sich den bisherigen gleichwertig an die Seite stellen werden.

Über eine auffallende Gesetzmäßigkeit in der Verteilung des roten Blutfarbstoffes auf die Oberfläche der roten Blutkörperchen.

Von K. Bürker, Gießen.

Von biologischen Gesetzen, welche sich auf Oberflächen beziehen, ist wohl das bekannteste das Rubnersche Oberflächengesetz des Stoff- und Energiewechsels. Es sagt dieses Gesetz aus, daß dieser Wechsel, auf die Einheit des Körpergewichts bezogen, beim Kinde und beim Erwachsenen, bei kleinen und großen Säugetierarten zwar recht verschieden, auf die Einheit der Körperoberfläche bezogen aber annähernd gleich und mit rund 1400 Kalorien pro Quadratmeter in 24 Stunden zu bewerten ist. Es hängt dies damit zusammen, daß die Temperatur der homoiothermen Geschöpfe relativ konstant, und die Heizung des Körpers, um diese Konstanz zu erhalten, um so stärker sein muß, je größer die Körperoberfläche in bezug zum Körperinhalt ist; diese ist aber größer, je kleiner das Geschöpf ist[1]), während die Unterschiede verschwinden müssen, wenn auf gleiche Körperoberfläche Bezug genommen wird.

Auch bei anderen, in unserem Körper sich abspielenden Funktionen kommt großen Oberflächen eine bedeutsame Rolle im Lebensprozeß zu. So ist die an sich schon faltige Darmschleimhaut noch mit feinsten Fortsätzen, den Zotten, bedeckt, die, wie die Würzelchen in den Boden, in die verdaute Nahrung eintauchen und von dieser um so mehr aufsaugen können, in je größerer Oberfläche sie

[1]) Bei Kugeln verhalten sich die Oberflächen pro Gewichtseinheit umgekehrt proportional wie die Radien.

mit der Nahrung in Berührung kommen; man rechnet auf 1 qcm Darmschleimhaut nicht weniger als 4500 Zotten.

In den Lungen wird ferner dem Sauerstoff zur Aufnahme ins Blut eine Oberfläche von etwa 90 qm dargeboten, und gar im Gesamtblute beträgt die Oberfläche der den Sauerstoff bindenden und übertragenden roten Blutkörperchen nicht weniger als 2000 qm.

Gerade diese Blutkörperchen sind nun Typen von Oberflächengebilden. Als bikonkave dünne Scheibchen von nur 7—8 μ Durchmesser bestehen sie sozusagen nur aus Oberfläche, sind aber in so ungeheurer Zahl im Blute eines einzigen Menschen enthalten, daß man eine aus ihnen gebildete Kette 3—4 mal um den Erdäquator schlingen könnte, und wollte man sie gar alle zählen derart, daß jede Sekunde eines gezählt würde, so wären volle 500 000 Jahre dazu erforderlich.

Daß nun derartige, biologisch wichtige Oberflächen auch in Korrelation zueinander stehen und funktionell gekoppelte Systeme darstellen, geht z. B. daraus hervor, daß, wenn man die respiratorische Oberfläche der Lungen durch Pneumothorax, wie er in den Lungenheilstätten zu therapeutischen Zwecken erzeugt wird, verkleinert, sich die sauerstoffübertragende Oberfläche des Blutes in Gestalt der roten Blutkörperchen kompensatorisch vergrößert, offenbar, um auch unter den erschwerten Verhältnissen dem Körper den nötigen Sauerstoff zuzuführen.

Aber es bestehen hier noch weitere auffallende Gesetzmäßigkeiten, die in den letzten Jahren im Gießener physiologischen Institut bei vergleichenden Blutuntersuchungen aufgedeckt werden konnten[2]) und die noch feinere Zusammenhänge ahnen lassen, als man bisher angenommen hat.

Die Untersuchungen bezogen sich auf das Blut des Menschen und das der Haus- und Laboratoriumstiere. Von hier interessierenden Werten wurde mit den neuesten Methoden die Zahl der roten Blutkörperchen, der Erythrocyten (E-Zahl), und der Gehalt an Blutfarbstoff, an Hämoglobin (Hb-Gehalt), in der Volumeneinheit Blut bestimmt und daraus der mittlere Gehalt eines Erythrocyten an Hämoglobin (Hb_E-Gehalt) berechnet. Dabei zeigte sich nun zunächst, daß beim Menschen und jeder bisher untersuchten Säugetierart, und zwar von Mensch zu Mensch und von Tier zu Tier, die E-Zahl und der Hb-Gehalt schwanken kann, daß aber beide immer im gleichen Verhältnisse schwanken, so daß der mittlere Hb_E-Gehalt eine für den Menschen und jede Säugetierart charakteristische Konstante darstellt; die entsprechenden Mittelwerte sind in der folgenden Tabelle enthalten.

Versuchsobjekt	Erythrocytenzahl in 1 mm³ Blut in Millionen	Hämoglobingehalt in 100 cm³ Blut in *g*	Mittlerer Hämoglobingehalt eines Erythrocyten in 10^{-12} g
Mensch	5,00	15,0	30
Hund	6,59	15,8	24
Schwein	7,44	16,0	22
Kaninchen	5,86	11,9	20
Rind	5,72	10,8	19
Pferd	6,94	12,4	18
Schaf	10,70	12,0	11
Ziege	13,94	10,9	8

Setzt man nun beim Menschen und bei diesen Säugetieren den mittleren Gehalt eines Erythrocyten an Hämoglobin in Beziehung zur mittleren Oberfläche eines Erythrocyten, so stellt sich heraus, daß der Quotient

$$\frac{\text{Hämoglobingehalt eines Erythrocyten}}{\text{Oberfläche eines Erythrocyten}} = \text{konst.}$$

ist und rund $32 \cdot 10^{-14}$ g beträgt.

Bei der Berechnung geht man so vor. Man stellt ein Blutausstrichpräparat her, in welchem die Erythrocyten zum Antrocknen kommen. Da man ihre Dicke unter diesen Umständen praktisch vernachlässigen kann, so ergibt sich ihre Oberfläche *O* aus der doppelten Kreisfläche. Man braucht also nur den Durchmesser *d* mit einem geeichten Okularmikrometer zu messen, um

$$O = 2\left(\frac{d}{2}\right)^2 \pi = d^2 \cdot 1{,}57$$

zu erhalten. Dividiert man nun den Hb_E-Gehalt durch die Oberfläche in μ², so gelangt man zu dem Hb-Gehalt pro μ² Oberfläche. Die folgende Tabelle enthält die Resultate der Berechnung.

Versuchsobjekt	Mittlerer Hämoglobingehalt eines Erythrocyten in 10^{-12} g	Mittlerer Durchm. eines Erythrocyten in μ	Mittlere Oberfl. eines Erythrocyten in μ²	Mittlerer Hämoglobingehalt pro μ² Oberfl. in 10^{-14} *g*
Mensch	30	7,92	98,4	31
Hund	24	7,26	82,7	29
Schwein	22	6,60	68,4	32
Kaninchen	20	6,60	68,4	29
Rind	19	5,94	55,4	34
Pferd	18	5,94	55,4	33
Schaf	11	4,62	33,6	33
Ziege	8	4,00	25,1	32
			Mittel	32

Das Hämoglobin ist also in einer merkwürdig gleichmäßigen Weise auf die Oberfläche der Erythrocyten des Menschen und der Säugetiere verteilt. Man wird daher, wenn das Gesetz allgemein gültig ist, nur den Durchmesser der Erythrocyten

[2]) Siehe die Arbeiten von *P. Kuhl*, *G. Fritsch*, *W. Welsch* und *K. Bürker* in Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie Bd. *176*, S. 263, 1919; Bd. *181*, S. 78, 1920; Bd. *198*, S. 37, 1923, und Bd. *195*, S. 516, 1922.

irgendeiner Säugetierart zu messen brauchen, um den Hb_E-Gehalt der betreffenden Erythrocyten voraussagen zu können, denn es müssen sich diese Gehalte wie die Quadrate der Durchmesser verhalten.

Zur Probe aufs Exempel wurden die Erythrocyten der weißen Ratte benutzt und aus dem Durchmesser $18 \cdot 10^{-12}$ g Hb_E-Gehalt vorausgesagt die Untersuchung von 10 Tieren ergab in der Tat als Mittel diesen Wert.

Sogleich erhebt sich die Frage nach dem Sinn dieser auffallend gleichmäßigen, auch in deszendenztheoretischer Hinsicht bemerkenswerten Verteilung des Hämoglobins auf die Oberfläche der Erythrocyten. In Analogie zu der eingangs erwähnten Koppelung biologisch wichtiger Systeme wird man mit Rücksicht auf das Rubnersche Oberflächengesetz des Stoff- und Energiewechsels erwarten dürfen, daß hier noch weitere wichtige Zusammenhänge zwischen dem spezifischen Sauerstoffbedürfnis des Organismus und seiner Organe, der Sauerstoff durchlassenden Oberfläche der Kapillaren, der Sauerstoff übertragenden Oberfläche des Gesamtblutes und des den Lungen mit jedem Herzschlag zugeführten Schlagvolumens, der respiratorischen Oberfläche der Lungen und der gesamten Körperoberfläche bestehen, denn das Hämoglobin hat ja gerade den Stoff zu übertragen, der für die exothermischen Prozesse des Körpers so notwendig ist, eben den Sauerstoff.

Vom Sprechenlernen der Papageien.

Von Fritz Braun, Danzig.

Schon in früheren Arbeiten wies ich darauf hin, daß die Zähmung der meisten Kleinvögel viel mehr eine Gewöhnung an ihre neue Umwelt als eine Befreundung mit einem bestimmten Menschen bedeute, und daß ihr Pflegeherr für die Pfleglinge in der Regel nur einen von den Vögeln begrifflich mangelhaft begrenzten, kaum als Individuum erkannten Teil der Umwelt bilde. Ganz zufällig fiel mir inzwischen ein Ausspruch *Adolf Oberländers* — Maler sind mitunter ganz treffliche Beobachter der Natur und ihrer Geschöpfe! — in die Hände, der alles das, worauf meine Ausführungen zielten, ebenso klug wie klar zum Ausdruck bringt.

Der betreffende Maler ist *Adolf Oberländer*, und er trifft den Nagel auf den Kopf, wenn er uns erzählt: „Ich hab' einen Kanari, einen recht possierlichen Kerl. Meine Nase und meinen Bart liebt er zärtlich, meine Fingerspitzen haßt er, vom Ärmel meiner wollenen Joppe ist er entzückt, mein Strohhut aber erfüllt ihn mit Entsetzen — daß alle diese Dinge zu einer Person gehören, begreift er nicht. Wenn die Weisen das Wesen Gottes zu erklären suchen, muß ich immer an meinen Kanari denken."

Adolf Oberländer hat hier den Kern der Sache klarer erfaßt als zahllose alte Tierpfleger, denen man den Glauben nicht ausreden kann, daß ihre Pfleglinge sie als Individuum genau kennen und sich durch keine Verkleidung täuschen lassen. Die Vögel, um die es sich dabei handelt, sind in der Regel solche Tiere, die in Kaufläden, Barbierstuben, Gasträumen an eine beständig wechselnde, ewig belebte Umwelt gewöhnt wurden, so daß sie sich nicht so leicht außer Fassung bringen lassen.

Hier werfe ich bei der Reinschrift den Halter hin, greife nach meinem Velourhut und gehe ins Vogelzimmer. Jeder Vogel, an dessen Käfig ich trete, beginnt ängstlich zu flattern, ein alter Stieglitz (Carduelis carduelis L.), der sich wegen eines steif verheilten Beines nicht gern bewegt, gerät ganz außer sich; nur mein alter Star benimmt sich genau so wie sonst. Darauf statte ich noch der Stube einen Besuch ab, in welcher ein Grauedelsänger und drei Großpapageien hausen. Der Grauedelsänger (Fringilla musica Vieill.), einer meiner ältesten, zahmsten Vögel, beginnt bei meinem Anblick sogleich zu flattern, während die Papageien mich ganz wie sonst in freudiger Erregung willkommen heißen.

Nun darf ich mit gutem Gewissen den schon vorher aufgezeichneten Satz der Reinschrift einverleiben: daß meine Vögel mich wirklich als Individuum kannten, glaube ich nur von einigen besonders zahmen Starvögeln und dann von vielen, vielen Pfleglingen aus der Familie der Psittacidae, von den großen Kakadus und Amazonen bis herab zu den vergleichsweise winzigen Sitticharten. Aber selbst diese Aussage bedarf gleich wieder einer Einschränkung. Es widerfährt mir mitunter, daß meine Papageien mir in die Finger beißen, wenn ich mit der Hand in die Sprossen des Käfigs greife, um sie von einem Platz zum andern zu tragen. Anfänglich war ich durch solches Tun der sonst so zutraulichen Vögel arg verschnupft, bis ich mir darüber klar ward, daß der Angriff gar nicht ihrem Pflegeherrn galt, über dessen Beziehungen zu den in ihren Käfig gestreckten Fleisch- und Knochenklammern sie sich sicherlich nicht im klaren waren.

Schon im grauen Altertum wurde uns vielerlei von der Zähmbarkeit und Gelehrigkeit der Papageien erzählt, und zwar handelte es sich damals in der Hauptsache um Edelsittiche (Palaeornidae). Im allgemeinen stehen aber gerade diese Arten hinsichtlich der Eigenschaften, von denen wir hier sprechen, durchaus nicht obenan, sondern erscheinen im Vergleich zu den amerikanischen Sittichen, besonders den Conuridae, recht starr und unbildsam. Während aus vielen Kakadus, Graupapageien, Amazonen und amerikanischen Sittichen in der Gefangenschaft ganz andere Ge-

schöpfe werden, mit einem völlig neuen Tonschatz, den sie oft genug in ganz persönlicher Weise zum Ausdruck ihrer Affekte verwenden, sind die Edelsittiche in der Regel recht schwer zähmbar und behalten auch als gezähmte Vögel noch ein sehr selbständiges, ablehnendes Wesen, in dem wir vergeblich nach der katzenartigen Schmiegsamkeit vieler Keilschwanzsittiche und der hundeartigen Hingebung der Kakaduarten suchen. Das schließt nicht aus, daß der eine oder andere Edelsittich zum vorzüglichen Sprecher wird, der durch seinen Sprachschatz die Zuhörer immer wieder in Erstaunen versetzt. Es handelt sich bei solchen Vögeln, mögen sie auch nicht *allzu* selten sein, doch immer noch um jene Ausnahmen, welche schließlich die Regel nur bestätigen. Pflaumen- und Rosenkopfsittiche (Psittacus cyanocephalus L. und Psittacus rosiceps Ruß) sind, namentlich dann, wenn sie jung in die Hände eines verständnisvollen Tierpflegers kommen, von allen Edelsittichen noch am bildsamsten und formbarsten, aber selbst diese Arten besitzen recht oft noch sehr viel von dem störrischen Charakter ihrer Sippegenossen.

Die amerikanischen Sittiche unterscheiden sich von den Edelsittichen durch die ganze Art ihres Temperaments etwa so, wie sich der deutsche Star von den Rabenvögeln, der Zeisig (Chrysomitris spinus L.) von den Grünfinken (Chloris chloris, L.) unterscheidet. Sie sind viel quecksilbriger, beweglicher, unstäter; bei ihren gegenseitigen Liebkosungen vermissen wir das gravitätische Benehmen der Alexandersittiche, die sich zwar auch fortwährend im Gefieder krauen, aber selbst bei so traulichem Tun nur allzu oft mit schrillem Gekreisch zurückfahren, um sich gegenseitig minutenlang mit unruhig zitternder Iris zu mustern. Der grundlegende Unterschied ihres Temperaments kommt gewissermaßen schon in der Art zum Ausdruck, wie sie ihr Gefieder tragen. Gesunde und lebensfrohe Palaeornidae sehen in der Regel so glatt aus wie frisch gestrichene Porzellanfiguren und tragen ihr Federkleid wie ein Wams aus schlichtem Stoff, während die Conuridae sich zumeist etwas aufplustern, so daß jede Feder als selbständiges Gebilde erscheint.

Was das Sprechenlernen angeht, zeigen die Conuridae mitunter viel Geschick, aber keinen rechten Eifer; in den meisten Fällen haben sie auch zu spielerischen Lautübungen nicht genug Sitzfleisch, so daß sie nur solche Töne meistern lernen, die ihnen sozusagen nebenher zufliegen. Dabei werden sie durch ihre hohe kreischende Stimmlage in den Stand gesetzt, auch allerlei scharfe, gewissermaßen zugespitzte Silben und Tongebilde nachzuahmen. Mein Name „Fritz" pflegte ihnen viel weniger Mühe zu machen als den Kakadus und Amazonen. Dabei sind sie, wie wir bereits hervorhoben, viel leichter zähmbar als die Edelsittiche und zumeist von geradezu katzenartiger Schmiegsamkeit. Rechter Verlaß ist aber auf sie nur selten, und wenn dir der zahme Gelbwangen- oder Kaktussittich (Psittacus pertinax, L., Psittacus cactorum Pr. Wd.) in den Ärmel gekrochen ist und dort seelenvergnügt herumkaudert, mußt du doch mit der Möglichkeit rechnen, daß er dir beim Herauskommen gehörig in die Finger beißt. Im ersten Augenblick erscheint es uns recht befremdlich, daß so gesellige und gleichzeitig so stark und scharf bewehrte Vögel wie die Psittacidae sich im Freileben nicht viel häufiger gegenseitig verletzen, obgleich doch der recht gefährliche Hakenschnabel der beständige Dolmetsch ihrer Gefühle ist. Das liegt sicherlich daran, daß die Waffen der Individuen nicht nur gut, sondern auch gleich sind. Tut eines dem andern weh, so trifft es sofort auf dieselbe Gegenwirkung, die von jeder Fortsetzung der Feindseligkeiten abschreckt. Der menschliche Pfleger, dem ein auf der Hand sitzender Sittich in die Finger beißt, ist dagegen zu ganz unverhältnismäßigen Gegenmaßregeln genötigt, die doch nicht soviel erreichen wie der Schnabel eines Artgenossen. Jedenfalls kommt die temperamentvollere Art der Conuridae bei einem Vergleich mit den Edelsittichen immer wieder zu vollster Geltung. Keiner meiner Alexander-, Bart- und Pflaumenkopfsittiche (Psittacus torquatus Bodd., Psittacus Lathami, Frisch., Psittacus cyanocephalus, L.) forderte mich je aus eigenem Antrieb zum Spielen auf, keiner von ihnen kletterte unwillig an die Käfigsprossen, wenn ich mich von ihm entfernen wollte, und gab dann durch schrillstes Geschrei seinem Unmut Ausdruck, wenn er mein Vorhaben nicht vereiteln konnte. Alles das war bei den amerikanischen Sittichen, die längere Zeit in meinem Besitz blieben und als gezähmt gelten durften, durchaus die Regel.

So verschieden die Conuridae in ihrer Haltung, ihren Bewegungen und ihrem Temperament sonst auch von den Kakadus sein mögen, gerade in der Hinsicht gleichen sie ihnen nur allzu gut. Auch diese beginnen fast immer ein furchtbares Geschrei, wenn ihr Herr, der sich noch eben freundlich mit ihnen beschäftigte, das Zimmer verlassen will. Trotzdem wurden die Kakadus in viel höherem Grade meine Lieblinge, weil sie nichts von der Unzuverlässigkeit und Oberflächlichkeit der Keilschwanzsittiche haben, sondern eher gut erzogenen, treuen Hunden gleichen, auf die sich ihr Herr in jeder Hinsicht verlassen kann. Wer sich einen Großpapagei sozusagen zum Freunde erziehen möchte, handelte sicherlich am richtigsten, wenn er einen möglichst jungen Rosakakadu (Psittacus roseicapillus, Vll.) zu bekommen suchte.

Allerdings müssen wir auch hier mit der leicht unterschätzten Weite der individuellen Unterschiede rechnen, die um so größer werden, je höher wir zu intelligenteren Tierformen emporsteigen: Beispielsweise gehört der Nacktaugenkakadu (Psittacus gymnopis, Scl.) zu den liebenswürdigsten seiner Art. Dennoch habe ich solche Nacktaugenkakadus besessen, mit denen bei dem aller-

besten Willen und der größten Geduld nichts anzufangen war, weil ihnen offenbar die Gattung Mensch schon in allzu garstigen Vertretern begegnet war. Stellte man sich vor einen solchen Vogel, so geberdete er sich nicht etwa in der Weise furchtsam, daß er flatterte und zu flüchten versuchte. Er saß im Gegenteil ganz ruhig da, ließ aber keinen Blick von seinem Beobachter und verriet durch sein Benehmen nur zu gut, daß er das Gefühl habe, vor ihm stehe „Feind Mensch!" Da mochte man denn ruhig ein Viertelstündchen nach dem andern begütigend auf ihn einreden, sein Augenausdruck war und blieb der gleiche, und versuchte nach solcher parlamentarischen Vorbereitung der tastende Zeigefinger die zarteste Liebkosung, so war ein derber Schnabelhieb die einzige Antwort. Bei manchem Trotzkopf beharrte ich mit unerschütterlicher Geduld wochenlang bei meinen Zähmungsversuchen. Ich war aber am Ende genau so weit wie am Anfang und mußte zufrieden sein, wenn ich die Unnahbaren durch Tausch, gegebenenfalls unter Drangabe beträchtlichen Aufgeldes, wieder los wurde. Ebenso lernte ich auch Rosakakadus kennen, die Jahr und Tag in guten Händen waren und doch, weder wild noch zahm, durch ihre Gleichgültigkeit gegen ihre menschliche Umgebung schließlich auch dem Wohlgesinnten völlig entfremdet wurden, obgleich gerade diese Rotröcke hinsichtlich ihrer Fähigkeit, rechte „Menschentiere" zu werden, nur von wenig Geschöpfen übertroffen werden.

Gerade weil diese geselligen Vögel fortwährend mit scharfbewehrten Artgenossen zu tun haben, sind sie bei aller hingebenden Zärtlichkeit und rührenden Schmiegsamkeit in anderer Hinsicht doch recht sorgfältig auf ihre Sicherheit bedacht. Solange Schnabel mit Schnabel kost, ist die Gefahr nicht groß, denn jeder Angriff stößt sofort auf die gleichen Verteidigungswaffen. Anders steht es dagegen mit den Füßen. Viele sonst recht zahme Papageien lassen sich nur sehr ungern an die Beine fassen. Zeigt mir ein Vogelpfleger, daß seine Kakadus sich ohne jede Besorgnis an den Füßen streicheln und ergreifen lassen, so werde ich seinen Pfleglingen schon daraufhin einen hohen Grad der Zähmung zuerkennen. Immer wieder spielen die Füße im Affektleben der Papageien eine sehr große Rolle. Mein Mohrenkopf (Psittacus senegalus, L.) bot niemals einen so komischen Anblick dar, als wenn er sich geradezu viertelstundenlang mit den Zehen im eigenen Kopfgefieder herumkraute; es handelte sich dabei um überaus fein bemessene Hautreize, und man sah es dem Vogel ordentlich an, wie angenehm ihm solche Berührung sei. Erwarten meine Kakadus Liebkosungen ihres Pflegeherrn, so halten sie in der Regel einen Fuß empor und machen mit den Zehen allerlei recht nervös erscheinende Bewegungen. Daher kommt es auch, daß man ihnen oft genug das Füßchengeben gar nicht beizubringen braucht; sie kommen beim Spiel mit ihrem Herrn ganz von selber darauf. Nähere ich mich dem Käfig meines Nacktaugenkakadus, so hängt er sich sehr häufig mit dem Schnabel an eine Quersprosse und streckt mir beide Füße zum Willkommen vertrauensvoll entgegen. Leider findet er dabei nur selten rechtes Verständnis, denn ich müßte schon ein Götz von Berlichingen sein, um seinen Liebkosungen auf die Dauer trotzen zu können. Darum schrieb ich bereits 1908 (Gef. Welt S. 204), zu einer Zeit, da ich im Zähmen von Papageien so recht mitteninne steckte: „Die Füße der Papageien bedeuten für diese Vögel unendlich wichtige mechanische Werkzeuge. Glieder von solcher Bedeutung, die im Spiel nicht weniger als im Ernst gebraucht werden, pflegen aber bei jeder Erregung des Tieres *bewegt* zu werden. Ein aufgeregter Affe trommelt wohl mit den Händen, ein erregter Teckel scharrt dann mit seinen Grabfüßen und ein aufgeregter Kakadu bewegt aus demselben Grunde Schopf, Schnabel *und Füße*. Auch geschlechtliche Erregung veranlaßt zuweilen Papageien und Sittiche, die Füße fortwährend aufzuheben und niederzusetzen. Es verdient vielleicht darauf hingewiesen zu werden, daß die Hände des Menschen eine ähnliche Rolle spielen; wenn wir auch nicht alle „mit den Händen reden", machen wir doch immer wieder die Bemerkung, daß ein erregter Mensch nicht weiß, wo er mit den Händen bleiben soll."

Bei der Suche nach diesem Zitat las ich auch wieder einmal meinen Bericht von der gar nicht so leichten Zähmung gerade dieses Rosakakadus, der heute zweifellos in meiner Vogelstube der Zahmste der Zahmen geworden ist. Bei meinem Nahen steckt er fast regelmäßig den Kopf in den am Gitter angebrachten Futternapf. In dieser Haltung, bei welcher er von mir rein nichts sehen kann, läßt er sich dann ganz nach Belieben streicheln und krauen, ja, auch wohl zausen, und die kurzen, knappenden Laute, die aus dem Versteck hervortönen, machen mir nur sein allerhöchstes Wohlbefinden kund. Sitzt er bei solchen Liebkosungen auf der Sprosse, so pflegt er dabei an einem Fuß herumzuknabbern, auch wieder ein Beweis dafür, wieviel dies Organ mit dem Triebleben der Vögel zu tun hat. Ein Star, für den der Schnabel eine ähnliche Bedeutung hat, wie für die Papageien, würde niemals darauf verfallen, weil der die Füße nur zum Gehen und Laufen braucht.

Derselbe Kakadu litt vor Jahren an einem furunkelartigen Geschwür am After, das er sich durch Scheuern am Käfigboden (Geschlechtstrieb!) zugezogen hatte. Dieses Geschwür mußte regelmäßig mit Jod gepinselt werden, und auch in dieser Notlage gab der Vogel die besten Beweise seiner Zähmung. Denkt man an den stark bewehrten Kakadu, so erscheint die Aufgabe, eine schmerzhafte Behandlung an ihm durchzuführen, etwa dem Vorhaben zu gleichen, einen Affen einzuseifen und zu rasieren. Der Kakadu war aber so verständig, daß seine Pfleger, meine Frau und

ich, die vielfach zu wiederholenden Eingriffe ohne große Mühe und ernste Gefährdung zustande brachten. Wie sehr gerade die Kakadus an mir hängen, sehe ich immer wieder, wenn ich nach längeren Reisen zur Nachtzeit nach Hause komme. Kaum hören die Vögel meine Stimme, so beginnt auch schon ein lautes Freudengeschrei, das nicht eher endet, als bis ich an ihre Käfige herangetreten bin, obgleich sie sich sonst zu solcher Zeit noch niemals gemeldet haben.

Hinsichtlich der Lautäußerungen der sprechenden Papageien richtete ich meine Aufmerksamkeit in letzter Zeit hauptsächlich auf die Töne, durch welche sie gewohnheitsmäßig bestimmte Affekte zum Ausdruck bringen. Man sollte meinen, diese seien als ererbter Besitz gewissermaßen verhärtet und unterlägen kaum einem merklichen Wandel. In Wirklichkeit verhält es sich jedoch ganz anders. Von sechs Blaustirnamazonen (Psittacus aestivus, Lath.), die Jahr und Tag in Gefangenschaft lebten, stimmen sicherlich nicht zwei hinsichtlich dieser Laute durchaus überein, sondern diese Lautäußerungen bestehen aus allerlei Getön, das im wesentlichen nur die Tonlage gemeinsam hat. Will meine Blaustirnamazone ihrer Befriedigung Ausdruck geben, etwa deshalb, weil sie merkt, ich hätte anstatt des Hafers ihr den willkommeneren Hanf zugemessen, so läßt sie ein gemütliches Brümmeln hören, bei dem noch ein arteigentümlicher Affektton mitklingt. Ist ihre Freude noch größer, beispielsweise bei dem Verabreichen eines Stückes Kuchen, so stößt sie wiederholt ein leises, zwar scharf, aber doch sehr freundlich klingendes Lo-hí — Lo-hí aus, dessen Verwandtschaft mit erlauschtem Menschenlaut ganz unverkennbar ist. Auch mein Rosakakadu läßt in einer Stimmung, bei der in der Freude über einen erhaltenen Leckerbissen wohl geschlechtliche Erregung mitzittert, ein heiseres, tonloses Krähen hören, das ich von anderen Rosakakadus nicht vernommen habe. Erst bei äußerster Erregung, etwa in höchster Furcht bei dem plötzlichen Erscheinen eines fremden Hundes, wird das Getön des schon jahrelang gefangenen Kakadus wieder reiner Naturlaut, ein elementarisches Geschrei, durch dessen Stärke und grelle Tonlage der Feind erschreckt werden soll.

Es liegt nahe, daß der menschliche Pfleger dem Geschrei der Papageien dadurch Einhalt zu tun sucht, daß er die Schreier selbst laut schilt und gebieterisch anschreit. Dieses Benehmen ist aber so verkehrt wie nur möglich. Schon der Nachahmungstrieb veranlaßt dann die Vögel, ihrem Herrn zu zeigen, daß sie selber das Schreien mindestens ebensogut verstehen.

Wenn wir uns hier über die Lautäußerungen der Papageien in so gelehrter Weise unterhalten, möchte der Leser wohl glauben, ich wäre in jedem Fall, wo meine Papageien fortwährend schreien, mit Leichtigkeit imstande, den Grund dieses unerquicklichen Benehmens festzustellen. Zu meiner Schande muß ich eingestehen, daß dies durchaus nicht zutrifft, und oft genug, wenn meine Frau mir mißlaunig zuruft: „Warum schreit die Lora nun wieder in einemzu?“ muß ich ihr wahrheitsgemäß bekennen: „Ich beschäftige mich mit dem Seelenleben der Papageien erst seit 30 Jahren, da kann ich unmöglich schon so weit sein, daß ich solche Ansprüche zu befriedigen vermag.“ Meiner Meinung nach handelt es sich in den meisten Fällen um den Lockruf, der dem Vogel durch das Gefühl des Alleinseins ausgepreßt wird. Das Hervorbringen dieser Töne kostet den Papageien so wenig Anstrengung, daß es ihnen gegebenenfalls nichts ausmacht, ein halb Stündchen oder zwei dabei zu verharren. Das Verabfolgen eines Leckerbissens hilft dann erfahrungsgemäß nur vorübergehend. Mitunter auch gar nicht, denn diesen geselligen Tieren bedeuten die Freuden der Geselligkeit leichtlich mehr als allerlei Leckerbissen. Wirft doch mein Rosakakadu fast immer die erlesensten Leckerbissen fort, um mir dafür den Kopf zum Krauen hinzuhalten. So kann ich dann auch das zäheste Geschrei ganz willkürlich dadurch hervorbringen, daß ich meine Papageien in verschiedene Zimmer setze. Dann schreien sie eben so lange, bis sie wieder beisammen sind. Wie lange sie mit dem Geschrei fortfahren würden, habe ich bisher noch nicht ausprobiert. Dem fühle selbst ich mich nicht gewachsen, so unempfindlich ich auch im allgemeinen gegen das Getön meiner Pfleglinge sein mag. Der Wahrheit zuliebe möchte ich dabei aber noch bemerken, daß manche Sittiche es sehr viel besser können, als die Großpapageien. Meinen Erfahrungen zufolge verdient in dieser Hinsicht der Mönchssittich (Psittacus monachus, Bdd.) die Palme. Wer ihn zwei, drei Stunden maschinenmäßig kreischen hörte, weiß, was es mit dem Geschrei wirklich leistungsfähiger Papageien auf sich hat.

An die Erfahrungen, die wir mit den Affektlauten der Papageien gemacht haben, müssen wir uns auch halten, wenn wir die Frage beantworten wollen, ob die Papageien den Sinn der von ihnen erlernten Worte richtig begreifen können. So viel darüber auch geschrieben ist, ist das Entscheidende doch kaum klar und unzweideutig ausgesprochen worden. Ob es sich dabei nicht um die Feststellung handeln müßte, daß unsere Krummschnäbler alles Getön stimmungs- und nicht begriffsgetreu verwenden? Dabei möchten wir aber doch nicht ableugnen, daß sie auch gewisse ganz einfache Begriffe mit ihren Erscheinungen assoziieren können, indem sie etwa die Worte Obst, Zucker, Kuchen zu den entsprechenden Gegenständen in die rechte Beziehung setzen. Sonst bleiben aber die erlernten Worte und Sätze, wie immer sie auch lauten mögen, reine Affektlaute und nicht ihr Sinn, sondern die Klang*farbe*, in der sie sich diese Worte aneigneten, entscheidet darüber, ob sie in fröhlicher oder zorniger Stimmung gebraucht werden. Deshalb kann man einen

Papagei mitunter fast konfus machen, wenn man das zutunliche Tier, das sich dem Pflegeherrn gerade in anschmiegendster, liebenswürdigster Laune naht, mit halblauten Tongebilden anredet, deren Stimmungswert grade von entgegengesetzter Art ist.

Weil dergestalt der Stimmungswert der Lautäußerungen, welche die Papageien zum besten geben, der ganzen Lage trefflich zu entsprechen pflegt, neigt der Mensch dazu, den Krummschnäblern einen verstandesgemäßen Gebrauch der Worte anzudichten, besonders in solchen Fällen, wo noch ein besonderes Situationsgedächtnis mitspielt. Was ich darunter verstehe, werden zwei Beispiele aufs beste verdeutlichen.

Bloß durch die rechte Wahl des Affekttons machte mich einst mein Rosakakadu hell auflachen, als ich ihn durch eine ungeschickte, hastige Bewegung samt seinem Bauer zur Erde geworfen hatte und der erschreckte Vogel nun in der befremdlichen Lage immer wieder und wieder die Worte: „Na, Jakobchen" in blecherner, hoher Tonlage hervorstieß. Dagegen spielt auch das Situationsgedächtnis mit, wenn mein Nacktaugenkakadu jedesmal, wo ich einen dem Käfig entschlüpften Vogel nach ermüdender Jagd erwischt habe, die Sache mit der Frage zum Abschluß bringt: „Hast Du Dir auch weh getan?"

Es bleibt nun noch die Fragestellung, was wir tun sollen, um die Papageien zum Sprechen zu bringen. Glückte es Dir, einen besonders begabten Vogel zu erwischen, so darf die Antwort darauf getrost: Rein nichts! lauten. Solche Vögel erhaschen ganz von selber in kürzester Frist das eine Wort, den anderen Satz und steigern die Teilnahme für ihre Kunst noch durch den Reiz der Überraschung. Das gilt sogar für sprechende Stare. Ich habe deren zwei besessen, die beide ihre Kunst sich eigentlich selbst verdankten. Ich brauchte ihnen nur dadurch zu Hilfe zu kommen, daß ich ihnen das Wort, mit dem sie sich abmühten, dann und wann deutlich und klar vorsprach, bis sie es endlich wirklich herausbekommen hatten.

Sonst empfiehlt es sich, den Tieren abends in der Dämmerstunde Unterricht zu erteilen, indem man sich zu ihnen setzt und ihnen die betreffenden Worte wieder und wieder vorspricht. Man darf dabei sein Tun niemals aus dem Grunde für verlorene Liebesmühe halten, weil die Papageien keinerlei Nachahmungsversuche machen. Auch ohnedem haften die Lautbilder in ihrem Gedächtnis, und nicht selten überraschen sie uns mit deren Wiedergabe zu Zeiten, wo wir das am wenigsten erwartet hätten. Ist der Vogel nicht geradezu unbegabt, so wird er auf solche Weise sicherlich ein paar Worte sprechen lernen, doch vermag hier Zähigkeit das, was an Begabung fehlt, nur selten zu ersetzen. Dabei ist die Plauderlust der Vögel, ihre Neigung, die Stimme spielerisch zu üben, durchaus nicht zu allen Zeiten gleich. Manchmal scheint sich eine Amazone ein paar Wochen lang selbst übertreffen zu wollen, und dann lernt sie wieder in langen Monaten nicht das geringste hinzu. Mein Nacktaugenkakadu ist ein sehr begabter Sprecher, aber es ist zweifellos mancher Mond vergangen, in dem er *keine Silbe* zum besten gab. Hätte ich ihn zu solcher Zeit an andere abgegeben, so wäre ich als ein schöner Betrüger verschrien worden. Dann kommen aber wieder Tage, an denen sich „Tessi" — trotz des Namens ist's ein Männchen — gar nicht genug tun kann. Besonders sind das recht stille Sommernachmittage, wo die liebe Sonne freundlich ins Gemach scheint und die kleineren Stubengenossen ihr Abendlied noch nicht begonnen haben.

Auch darauf möchte ich noch hinweisen, daß frisch gefangene Papageien in der Regel nur in recht ausgeglichener, ruhiger Stimmung zu sprechen pflegen, während solche, die schon rechte *Haus*tiere geworden sind, grade in der Erregung menschliche Worte heraussprudeln. Solch zahme Vögel pflegen Neues hauptsächlich dann aufzuschnappen, wenn ihre Umwelt sich wesentlich verändert hat. Wechselte beispielsweise ein solcher Vogel viermal seinen Besitzer, so darf man mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß er den größten Teil seines Sprachschatzes in den ersten Wochen erwarb, die er bei einem neuen Pflegeherrn verlebte. Das ist sicherlich *nicht nur* darauf zurückzuführen, daß auch die Menschen sich um einen neuen, noch unbekannten Hausgenossen am meisten zu bekümmern pflegen.

Hinsichtlich der Fähigkeit, einmal Erlerntes zu behalten, sind die Papageien natürlich individuell äußerst verschieden, doch darf man wohl sagen, daß ihr Lautgedächtnis rein begrifflich schier unbegrenzt ist. Wenn unsere Lora, unser Jakob irgendein Wort, das er schon sprach, Jahr und Tag nicht hören ließ, müssen wir doch damit rechnen, daß er es bei guter Gelegenheit wieder einmal hervorstößt, und zwar am ehesten bei irgendeiner größeren Erregung, die plötzlich über ihn gekommen ist.

Diese Feststellungen mögen unsere Leser recht dürftig dünken, namentlich dann, wenn sie sich vergegenwärtigen, daß sie die Frucht jahrzehntelanger Mühen sind. Doch ich will keinen falschen Anschein zu erwecken suchen. „Mühen" waren das nicht, höchstens Mühen jener freudespendenden, tiefste Befriedigung gebärenden Art, wie sie das Streben nach wissenschaftlicher Erkenntnis in allen Fällen mit sich bringen sollte; haben doch schon die alten Hellenen die Göttin Athene als eine königliche, lebensfrohe Frau und nicht als ein mühselig Scheuerweib gebildet. Und hätte nicht der Ornithologe ein besonders gutes Recht, dieser Göttin mit den leuchtenden Augen zu dienen, deren Helm doch das Bildnis des drolligen Käuzchens zu zieren pflegte?

Besprechungen.

Madelung, Erwin, Die mathematischen Hilfsmittel des Physikers. Bd. IV der „Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen". Berlin, Julius Springer, 1922. XII, 247 S. und 20 Abbild. 16 × 24 cm. Preis Gz. geh. 8,25; geb. 10.

Wie Verfasser im Vorwort mitteilt, hat ihm bei Schaffung seines Buches als Ideal ein „theoretischer Kohlrausch" vorgeschwebt. Und der Wurf ist ihm im ganzen sehr gut gelungen. Ein Nachschlagewerk für Physiker ist entstanden, kein mathematisches Lehrbuch. Dementsprechend sind mathematische Beweise weggelassen, höchstens angedeutet. Es werden nur Definitionen der Grundbegriffe, Ansatzbildungen und Ergebnisse gegeben, gerade das, was der Physiker unbedingt wissen muß. Das Buch zerfällt in einen rein mathematischen und einen physikalischen Teil. Im ersten werden alle für die Physik wichtigen Gebiete der Mathematik behandelt, besonders ausführlich Funktionenlehre, Differentialgleichungen, Transformationen, Vektoranalysis. Es folgen Abschnitte über Wahrscheinlichkeitsrechnung, Prinzipien und Hauptsätze der Mechanik, Elektrizitätslehre, Relativitätstheorie, Thermodynamik. In gedrängter Kürze findet der Physiker hier übersichtlich alles zusammengetragen, was er braucht, und was er sich sonst mühsam aus mathematischen Werken heraussuchen muß. Besonders hervorzuheben sind die ganz vorzüglichen klaren Figuren, die die Anschauung wesentlich unterstützen, z. B. bei den Abbildungen durch Funktionen komplexen Arguments u. a. m. Schade ist es, daß die Quantentheorie, das Plancksche Strahlungsgesetz, die Bohrsche Atomtheorie etwas stiefmütterlich behandelt sind. Die „Quantelung" von Bewegungen spielt in der neueren Theorie eine große Rolle. Vielleicht darf ich, gerade im Hinblick auf den „praktischen Kohlrausch", noch zwei Vorschläge äußern. Einmal werden an manchen Stellen reichlichere Literaturangaben (z. B. über mathematische Beweise) erwünscht sein, und dann würde ich es begrüßen, wenn bei einer Neuauflage das alphabetische Inhaltsverzeichnis sehr viel ausführlicher würde; gerade ein Nachschlagewerk kann in dieser Hinsicht nicht leicht zu viel tun. Alles in allem liegt hier eine vorzügliche Gabe vor, die in der Bücherei jedes Physikers vorhanden sein sollte. *Ernst Lamla, Berlin.*

Hurwitz-Courant, Funktionentheorie. (Bd. *III* der „Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen".) Berlin, Julius Springer, 1922. XI, 399 S. und 122 Abb. 16 × 24 cm. Preis Gz. geh. 13; geb. 16.

Die bestimmende Eigenschaft dieses Buches ist, zwei ganz verschiedenen Quellen zu entstammen. Im ersten Teile (erster Abschnitt: Allgemeine Theorie der Funktionen einer komplexen Veränderlichen; zweiter Abschnitt: Elliptische Funktionen), der von *A. Hurwitz* herrührt, wird der Weierstraßsche Ideenkreis der Funktionentheorie entwickelt. In der Tat findet man *Riemann* nur einmal in diesem Teile zitiert, und die Riemannsche Fläche wird nur zum Schluß ganz kurz gestreift, um das elliptische Gebilde zu veranschaulichen. Die analytische Funktion wird durch Potenzreihen definiert. Wenn im vierten Kapitel einige spezielle Funktionen untersucht werden (e^z sin z, cos z, ln z), so handelt es sich dabei um Ableitung ihrer kennzeichnenden Eigenschaften aus ihren Potenzreihen. Man vergleiche damit das gleichlautende Kapitel aus dem Lehrbuch der Funktionentheorie von *L. Bieberbach* — da steht die durch die Funktionen vermittelte konforme Abbildung im Vordergrund —, und man hat einen deutlichen Begriff von den verschiedenen Methoden beider Darstellungen.

Es wäre aber verfehlt, nun anzunehmen, daß anschauliches Denken aus dem ersten Teile verbannt wäre. Man findet darin 85 Figuren — gegenüber den 41 des geometrischen Teiles —, und die Reinheit der Methode bestand für *A. Hurwitz* nicht in einer engherzigen Auszeichnung sog. „elementarer Methoden", die das Verständnis zu erschweren pflegen. Die Darstellung atmet Sauberkeit und Sorgfalt; sie ist zugleich knapp, klar und inhaltsreich, und in der Tat scheint mir der Herausgeber recht zu haben, wenn er die Vorlesungen von *A. Hurwitz* ohne kaum ein Wort der Entschuldigung neben den schon vorhandenen Lehrbüchern dieser Disziplin erscheinen ließ[1]).

Der zweite Teil „Geometrische Funktionentheorie" von *R. Courant* rechtfertigt vielleicht die Besprechung des Werkes an dieser Stelle; denn, so liest man auf S. 245, „ihre Bedeutung liegt nicht nur in wichtigen neuen Resultaten, sondern auch in ihrer engen Beziehung zu hydrodynamischen und anderen physikalischen Anwendungen". So heißt denn auch § 2 des 1. Kap. „Strömungen" und § 6 des 2. Kap. „das Poissonsche Integral und seine Anwendungen in der Potentialtheorie". Ferner können wir noch auf den bekannten Zusammenhang zwischen den Existenzbeweisen mittels des Dirichletschen Prinzips und der Konstruktion von Minimalfolgen bei Variationsproblemen verweisen.

Obzwar als Ergänzung zum ersten Teil gedacht, ist der zweite unabhängig vom ersten zu lesen, wenn man mit den Grundbegriffen der Theorie vertraut ist. In den ersten vier Kapiteln wird der Leser über die wichtigsten Sätze der konformen Abbildung unterrichtet. Der Abschnitt gipfelt in der Kennzeichnung der analytischen Funktion durch das Riemannsche Abbildungsprinzip. Dabei hat es sich der Verfasser nicht zur Aufgabe gestellt, alle Methoden der modernen Theorie zu Worte kommen zu lassen. Vielmehr knüpfen die Existenzbeweise an den Gedanken des Dirichletschen Prinzips an. So wird auch hier die Reinheit des Aufbaus gewahrt.

Als erste Darstellung dieses Gedankenkreises in Form eines Lehrbuches bedarf auch der geometrische Abschnitt keiner weiteren Rechtfertigung. Der hier eingeschlagene Weg in die höhere Funktionentheorie, über dem die Namen *Riemann* und *Hilbert* leuchten, ist gewiß der schönste und trotz dieser Namen an der Eingangspforte der bequemste, nicht zum letzten dank den Bemühungen, die *R. Courant* selbst an diese Fragen gewendet hat. *K. Reidemeister, Wien.*

Haas, Arthur, Vektoranalysis in ihren Grundzügen und wichtigsten physikalischen Anwendungen. Berlin und Leipzig, Vereinigung wissenschaftlicher Verleger, 1922. VI, 149 S. Preis Gz. geh. 4; geb. 5.

Das Hauptgewicht dieser Schrift über Vektoranalysis liegt auf den physikalischen Anwendungen. Der Verfasser führt den Leser, stellenweise mit großer Eleganz, zu den Grundgleichungen und Grundtatsachen der theoretischen Physik. Behandelt sind: die Relativbewegung, speziell die Bewegung auf der rotierenden Erde (hier muß allerdings der Versuch des Autors, die Bewegung des Foucaultschen Pendels rein kinematisch zu erklären, die stärksten Bedenken

[1]) Vgl. den ersten Satz des Vorwortes.

erregen), ferner das Trägheitsellipsoid und die Bewegung des starren Körpers um einen festen Punkt, die Dynamik der deformierbaren Körper, speziell die der idealen Flüssigkeiten und der elastischen Medien, sowie die elastischen Wellen, endlich besonders ausführlich die Theorie der Elektrizität und des Magnetismus von der Elektrostatik bis hin zu den Maxwellschen Gleichungen und der elektromagnetischen Lichttheorie. Ein Schlußabschnitt über die spezielle Relativitätstheorie steht leider in viel zu loser Beziehung zu dem übrigen Werk; insbesondere tritt hier die Vektoranalysis gänzlich zurück, so daß er unbeschadet hätte fortbleiben können.

Die mathematischen Entwicklungen sind von den physikalischen Anwendungen getrennt gehalten, jedoch nur so weit geführt, wie es die Anwendungen erfordern; sie sind also durchaus nicht Selbstzweck. Erfreulich ist, daß die Vektoren und Tensoren (denn auch diese werden kurz behandelt) durch ihr Verhalten gegenüber orthogonalem Koordinatentransformationen charakterisiert werden, daß also der algebraische Invariantenbegriff implizit vorangestellt wird. Allerdings hat dies die Folge, daß nach meinem Geschmack zu viel mit den Projektionen der Vektoren und nicht mit den Vektoren selbst gerechnet wird. An manchen Stellen fehlt der Nachweis, daß die errechneten Beziehungen wirklich invariant sind, z. B. daß die Symmetrie eines Tensors eine invariante Eigenschaft ist. Leider wird auch nicht scharf genug zwischen den Komponenten und Projektionen eines Vektors unterschieden. — In der Fußnote auf S. 84 ist dem Autor ein Irrtum unterlaufen, der unbedingt hätte vermieden werden müssen.

Wenn auch das Büchlein kaum etwas Neues enthält, so zeichnet es sich durch seine gut lesbare Darstellung aus. Auch wird es mir bei einer Vorlesung über Vektorrechnung, die ich gegenwärtig halte, wegen seiner Beispiele entschieden von Nutzen sein.

H. Vermeil, Aachen.

Müller, Aloys, Der Gegenstand der Mathematik mit besonderer Beziehung auf die Relativitätstheorie. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1922. V, 94 S. und 3 Fig. 14 × 22 cm. Preis Gz. 3.

Diese Schrift geht aus auf eine Charakterisierung der mathematischen Wissenschaft vom Standpunkt der Gegenstandstheorie und zugleich damit auf eine scharfe Abgrenzung des mathematischen Erkenntnisbereiches gegenüber dem der benachbarten Wissensgebiete. Der Verfasser tritt der unter den heutigen Forschern verbreiteten Tendenz entgegen, welche innerhalb des Gesamtgebietes der theoretischen Wissenschaft keine prinzipiellen methodischen Grenzscheidungen anerkennen will.

So betont er einerseits den wesentlichen Unterschied zwischen dem spezifisch Logischen und dem Mathematischen, andrerseits den zwischen Geometrie und Erfahrungswissenschaft, und zwar in der Weise, daß er die Verschiedenartigkeit der *Gegenstände* der betreffenden Wissenszweige hervorhebt.

Logik und Mathematik sind nach *Aloys Müller* schon deshalb von Grund aus verschiedene Gebiete, weil die Logik von etwas Geltendem, nämlich dem Urteilssinn und seinen Bestandteilen handelt, während die Objekte der Mathematik ideale (zeitlose) Existenz besitzen, also dem Bereich des Seienden angehören. Ebenso sieht *Müller* den grundsätzlichen Unterschied zwischen Geometrie und Physik auf seiten des Objekts, nämlich darin, daß die geometrischen Objekte ideale, zeitlos existierende Gegenstände sind, während die Physik das sinnlich, zeitlich Wirkliche zum Gegenstand hat.

Diese gegenstandstheoretischen Unterscheidungen werden von *Müller* des näheren verfolgt. Insbesondere weist er darauf hin, daß die sinnlichen Gegenstände im Unterschied von den idealen Gegenständen einen unübersehbaren Inhalt an Bestimmungen aufweisen, worauf es auch beruht, daß zwei Dinge der sinnlichen Wirklichkeit nie vollkommen in ihrer Beschaffenheit übereinstimmen. Dieser „Heterogeneität" der sinnlichen Wirklichkeit steht die „Homogeneität" der Bereiche von idealen Gegenständen, insbesondere der mathematischen Gegenstandsbereiche gegenüber, wo jeder Gegenstand einen scharf umrissenen Inhalt an Merkmalen hat und darum in verschiedenen Exemplaren streng wiederholbar ist.

An diese Begriffe der Homogeneität und Heterogeneität knüpft nun *Müller* die Charakterisierung der theoretischen und empirischen Wissenschaften. Die Möglichkeit der Anwendung der Mathematik auf die sinnliche Wirklichkeit erklärt er dadurch, daß in der sinnlichen Wirklichkeit Heterogeneität und Homogeneität „in einzigartiger Weise so miteinander verbunden" sind, daß eine Art von Projektion der sinnlichen Objekte ins Homogene, ein „Homogeneisieren" möglich ist.

In dieser Mischung von Heterogeneität und Homogeneität liegt auch ein wesentlicher Grund für die Anwendbarkeit der *Induktion* (d. h. des Schlusses von vielen beobachteten Fällen auf ein allgemeines Gesetz) in der Naturwissenschaft. *Müller* legt dar, warum im Gegenstandsgebiet der Mathematik, wo reine Homogeneität vorliegt, die Methode der Induktion nicht anwendbar ist. Diese allerdings sehr knapp gefaßte Betrachtung bildet eine interessante und wesentliche Ergänzung einer Untersuchung von *E. Zilsel* („das Anwendungsproblem").

Innerhalb der Gebiete des rein Homogenen ist nach *Müller* der Bereich der Mathematik durch das Moment des Quantitativen ausgezeichnet. Ihr nebengeordnet wird als eine methodisch gleichartige Wissenschaft die „Relationstheorie", worunter *Müller* die wichtigsten Teile der mathematischen Logik und auch die Axiomatik einbegreift. Diese Disziplin wird von der Logik streng geschieden.

Für die Mathematik behält *Müller* die hergebrachte Zweiteilung in Arithmetik und Geometrie bei, und zwar begnügt er sich hinsichtlich der Arithmetik im wesentlichen mit der Betrachtung der ganzen Zahlen. Demnach gliedert sich für ihn die Untersuchung des Charakters der Mathematik in die zwei Teilfragen: „was die Zahl ist" und „womit sich die Geometrie beschäftigt".

Bei der Besprechung der ersten Frage wendet sich *Müller* besonders gegen die Versuche, die Zahlen als rein logische Objekte zu deuten, sowie auch gegen die Zurückführung der Zahl auf die Menge. Obwohl das Ergebnis dieser Auseinandersetzung mit der gegenwärtigen Tendenz der mathematischen Grundlagenforschung in gutem Einklang steht, so ist doch die Polemik gegen den Standpunkt von *Frege* und *Russel* unbefriedigend, zumal da der Grundgedanke des Russelschen Ansatzes, nämlich das Ausgehen von einem (im Sinne *Müllers*) heterogenen Gegenstandsbereich, für welchen *mehrere* Gegenstände eo ipso *verschiedene* Gegenstände sind, gänzlich übergangen wird.

Bei den Erörterungen über die Geometrie wird durch die von *Müller* ziemlich eigenmächtig gewählte Terminologie der Anschein einer stärkeren Abweichung

seiner Ansicht von der in der Wissenschaft heute herrschenden Auffassung erweckt, als sie wirklich besteht. In der Tat kommt *Müller* dieser Auffassung sehr nahe. Nämlich einerseits behauptet er, daß der „physische Raum" ein Gegenstand der Erfahrung ist, zu dessen mathematischer Beschreibung der Physiker sich von der Geometrie das am besten passende Raummodell holt, andrerseits erkennt er an, daß es grundsätzlich möglich ist, das System der Geometrie durch restloses Ausschalten alles Räumlichen in ein reines „Kapitel der Relationstheorie" zu verwandeln.

Nun brauchte er hieraus nur die Konsequenz zu ziehen, daß für den Zweck der mathematischen Beschreibung des physischen Raumes das eigentlich Räumliche ganz eliminiert werden kann, indem als Modell anstatt einer Raumform ein System rein formaler Verknüpfungen genommen wird. Von diesem Gedanken ausgehend, gelangt man ohne weiteres zu dem Standpunkt der modernen Physik, und durch Berücksichtigung der verschiedenen terminologischen Möglichkeiten, welche *Müller* hartnäckig ignoriert, erkennt man auch die Hinfälligkeit der Einwendungen, welche er in betreff der Frage, „ob die Relativitätstheorie die Physik zur Geometrie macht", gegen die Behauptungen verschiedener Forscher erhebt.

Was als Berechtigtes an *Müllers* Polemik gegen die herrschenden Ansichten über die Geometrie übrigbleibt, ist die Betonung der Tatsache, daß wir eine intuitive Kenntnis (ein Wissen) von räumlichen Gestalten haben, auf Grund deren die Geometrie als eine Wissenschaft von selbständigem Inhalt, analog der Zahlenlehre, behandelt werden kann.

Die Art aber, wie das spezifisch Geometrische von *Müller* gekennzeichnet wird, ist sehr unbefriedigend und gibt zu mancherlei Einwendungen Anlaß.

Vor allem fällt auf, daß (im Gegensatz zu der sonstigen Betonung der gegenstandstheoretischen Unterschiede) die innerhalb der Geometrie vorliegenden und von der Wissenschaft bereits klar herausgearbeiteten, methodisch wesentlich Gebietsunterscheidungen außer Acht gelassen werden. Insbesondere wird der Standpunkt der Geometrie im engeren Sinne, welche im Bereich des eigentlich Räumlichen bleibt, mit dem der allgemeinen Mannigfaltigkeitslehre, die auf einer höheren Abstraktion beruht und nur noch mit einer Analogie zum Räumlichen operiert, in unklarer Weise vermengt.

So heißt es: „Die Geometrie beschäftigt sich mit den geometrischen Gegenständen, wie Punkt, Gerade, Ebene, dreidimensionaler Raum usw. Man kann für alle diese Gegenstände auch den Namen *Räume* einführen und diese Räume dann nach ihren Dimensionen, ihrem Krümmungsmaß, ihrem Zusammenhang und nach anderen Gesichtspunkten unterscheiden. Gebilde wie Dreieck, Rechteck, Würfel, Ikosaeder usw. entstehen durch bestimmte Beziehungen zwischen Räumen."

Hier wird zunächst das Wort „Raum" in zweideutiger Weise gebraucht, nämlich einmal im Sinne von linearer Mannigfaltigkeit, andrerseits im Sinne von allgemeiner Mannigfaltigkeit. (Warum sagt *Müller* nicht lieber: „die Geometrie beschäftigt sich mit den geometrischen Gegenständen, wie Punkt, *Linie, Fläche* usw."?) Ferner wird nicht unterschieden zwischen den Räumen, sofern sie als Raumform den Gesamtgegenstand einer geometrischen Theorie ausmachen, und den Räumen, welche als Gebilde innerhalb einer betrachteten Raumform existieren. Dieser Unterschied hat grundsätzliche Bedeutung; die Existenz von Gebilden innerhalb einer Mannigfaltigkeit (Raumform) ist eine geometrische Frage, die Möglichkeit der Mannigfaltigkeit selbst eine Frage der Relationstheorie (nach der Terminologie *Müllers*).

Außerdem empfindet man die Überordnung des Momentes der Quantität und die Art, wie das Quantitative als gemeinsames und wesentliches Charakteristikum aller mathematischen Gegenstände hingestellt wird, als sehr gewaltsam und willkürlich. Angesichts dieser Hervorkehrung des Quantitativen erscheint es um so merkwürdiger, daß von der allgemeinen Größenlehre, welche vom Standpunkt der Gegenstandstheorie jedenfalls eine selbständige Begründung erfordern würde, bei *Müller* nirgends die Rede ist.

Diese Einwendungen gehören alle zur immanenten Kritik. Darüber hinaus aber ist zu sagen, daß im Hinblick auf die allgemeine philosophische Tendenz, welche *Müller* verfolgt, die Ausführungen seiner Schrift an Überzeugungskraft sehr zu wünschen übrig lassen.

Müller will den philosophischen Standpunkt der Gegenstandstheorie, den er in Anlehnung an *Rickert* vertritt, nicht nur dem Fachphilosophen, sondern auch dem Mathematiker nahe bringen (wie er es ausdrücklich im Vorwort seines Buches sagt, das sich vornehmlich an den Mathematiker wendet).

Jedoch kann die Behandlungsweise, welche die mathematischen Methodenfragen hier erfahren, den Mathematiker nicht endgültig befriedigen. Die Auffassung, daß die mathematischen Gegenstände eine ideale, zeitlose Existenz unabhängig von allem Denken besitzen und daß die Methode der mathematischen Wissenschaften durch die Eigenart jener Gegenstände erst bestimmt wird, mag als Ausdruck einer in der Wissenschaft fruchtbaren und gebräuchlichen Einstellung gewiß zur ersten Orientierung dienen. Aber hierbei einfach stehen zu bleiben, erscheint doch erkenntnistheoretisch zu primitiv, — zumal wenn man bedenkt, daß *Müller* als „Gegenstand" alles ansieht, „was Subjekt eines Urteils werden kann".

Der Mathematiker weiß ja, daß in seiner Wissenschaft ein besonders fruchtbares und fortgesetzt angewandtes Verfahren in der Einführung „idealer Elemente" besteht, d. h. in der Hypostasierung von Gegenständen, die rein formal als mögliche Subjekte von Urteilen eingeführt werden, die aber losgelöst von den Sätzen, in welche sie formal eingehen, überhaupt nichts sind. Im Reiche der Mathematik gilt in weitem Umfange der Satz, daß das Ding das Produkt der Methode ist.

Überdies zeigt sich auch noch, daß *Müller* selbst mit seiner Theorie in Verlegenheiten kommt. Nämlich er sieht sich zu der Behauptung genötigt, daß es „nicht nur eine 1, eine 2 usw., sondern beliebig viele 1, 2 usw." gibt, und entsprechend behauptet er, daß die geometrischen Gegenstände „in beliebiger Anzahl" existieren. Von „beliebig vielen" Dingen zu reden, hat aber nur da Sinn, wo unser Belieben im Handeln oder Vorstellen in Frage kommt, nicht aber in bezug auf ideal seiende Gegenstände, deren Existenz ja von unserem Tun und Denken ganz unabhängig sein soll. —

Am Schluß seiner Schrift gibt *Müller* eine Zusammenstellung der von ihm berücksichtigten Literatur mit erläuternden Bemerkungen. Hier findet man den größten Teil der einschlägigen Untersuchungen, von *Bolzano* beginnend, angeführt. Zwei wichtige Bücher wären allerdings noch zu nennen: „Die lineale Ausdehnungslehre" von *Hermann Graßmann* (1844), welche in ihren philosophischen Teilen wesentliche Gedanken zur phänomenologischen Begründung der Geometrie enthält; ferner das Buch von *Julius*

König „Neue Grundlagen der Logik, Arithmetik und Mengenlehre" (1914), in welchem die neue Richtung der kritischen Mathematik zum ersten Male vertreten und mit großer Klarheit und Eindringlichkeit dargelegt wird. *P. Bernays, Göttingen.*

Siebel, K., Die Elektrizität in Metallen. Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1922. 97 S. 14×21 cm.

Schon mancher wird den Wunsch gehabt haben, das bekannte Bädekersche Buch „Die Erscheinungen in metallischen Leitern", welches 1911 erschienen ist, möchte eine Erneuerung erfahren. Denn durch die seitdem entdeckten Erscheinungen, besonders im Gebiete tiefster Temperaturen, ist ein neues Kapitel der Experimentalphysik erschlossen, welches nicht mehr in den Rahmen der älteren Elektronentheorie der Metalle paßt und daher eine große Zahl neuer theoretischer Deutungsversuche hervorgerufen hat. Man muß wohl sagen, daß diese alle bisher unbefriedigend geblieben sind, daß der Schlüssel zur Elektronentheorie der Metalle noch nicht gefunden ist. Dadurch wird eine einheitliche Darstellung dieses Gebiets erschwert, und das ist zweifellos der Grund dafür, daß das Bädekersche Buch bisher keinen Nachfolger fand.

K. Siebel hat sich gleichwohl der Aufgabe unterzogen, das genannte Buch weiterzuführen bzw. zu ergänzen, indem er, wie das nach dem Gesagten verständlich ist, im Wesentlichen sich auf eine Aufzählung der neueren experimentellen Tatsachen und theoretischen Tastversuche beschränkte. Vielen wird eine solche Zusammenfassung sehr willkommen sein, um so mehr, als auch auf die Lücken hingewiesen ist, an denen nach Ansicht des Verfassers die Forschung zunächst eingreifen muß.

Das Büchlein ist flüssig geschrieben. Zwei Drittel des Umfangs nimmt das 1. Kapitel „Die elektrische Leitung" ein. In zwei weiteren Kapiteln folgen „Die thermoelektrischen Erscheinungen", unter denen auch der Benedickseffekt ausführlich besprochen wird, und „Die galvanomagnetischen und thermomagnetischen Effekte". Die theoretischen Ableitungen der Formeln sind vielfach nur angedeutet, doch wird durch Zitat der Quellen das eingehendere Studium ermöglicht.

Eine Anzahl Druckfehler wären im Falle einer Neuauflage zu beseitigen. *E. Grüneisen, Berlin.*

Ludewig, P., Die physikalischen Grundlagen des Betriebes von Röntgenröhren mit dem Induktorium. Berlin und Wien, Urban und Schwarzenberg, 1923. VII, 134 S. und 152 Abb. 17×24 cm. Preis Gz. geh. 7,5; geb. 9,6.

Wenngleich in den letzten Jahren die Röntgentechnik sich in *der* Richtung entwickelt hat, daß das Prinzip der Hochspannungsgleichrichtung eines in einem Transformator auf hohe Spannung gebrachten Wechselstromes mehr und mehr bevorzugt wurde, hat doch die klassische Art der Stromerzeugung mittels Induktor und Unterbrecher ihren Platz behauptet. Für den Betrieb von Therapieröhren erweist sich zum Beispiel in bezug auf Stromverbrauch und Raumbeanspruchung der Induktor als überlegen.

Es ist daher zu begrüßen, daß als 7. Sonderband der Strahlentherapie die vorliegende Monographie erschienen ist, die sich ganz besonders mit der wichtigen, leider häufig vernachlässigten Frage des Auftretens von Hochfrequenzschwingungen beim Induktorbetrieb befaßt.

Im einzelnen behandelt das Buch nach einigen einleitenden Bemerkungen über die Gesetze des Elektromagnetismus und der elektrischen Schwingungen die oszillographischen Methoden zur Aufnahme von Strom- und Spannungskurven, die Konstruktion von Unterbrecher, Induktor und Röntgenröhren. An die Beschreibung der elektrischen Vorgänge in einem Induktor-Unterbrecherkreis, welcher sekundärseitig noch nicht mit einer Röntgenröhre belastet ist, schließt sich sodann eine ausführliche Darstellung der Strom- und Spannungsvorgänge im Sekundärkreis bei Einschalten einer Röntgenröhre an, wobei sich die Darstellung auf der vom Verf. 1915 gegebenen Theorie über die statische und dynamische Charakteristik gashaltiger Röntgenröhren aufbaut. Das letzte Kapitel bringt die Behandlung der beim Induktorbetrieb auftretenden elektrischen Schwingungen und enthält wertvolle oszillographische Beiträge.

Von den Mitteln der höheren Mathematik ist sparsamster Gebrauch gemacht, so daß auch der nicht mathematisch gebildete Leser ohne weiteres zu folgen vermag. *R. Glocker, Stuttgart.*

Electrodynamics of moving media, Report of the national research council committee on electrodynamics of moving media. (Bulletin of the national research council, Dezember 1922.)

Dieser Bericht gliedert sich in vier Teile.

Der erste Teil „Die Grundlagen der Elektrodynamik" von *W. F. G. Swann* behandelt auf 70 Seiten die gesamte allgemeine Theorie der ruhenden und der bewegten Körper; er stellt aber kein Lehrbuch dar, insofern er nirgends einen vollständigen Beweisgang gibt, sondern eine — recht übersichtliche — Zusammenstellung der wesentlichsten Gedanken und Formeln. Nicht ganz einwandfrei erscheinen uns allerdings die Ausführungen über die Energieverhältnisse bei dem deformierbaren Elektron der Lorentzschen (und der Relativitäts-) Theorie. Die Einsicht, daß man dabei eine Energie nicht-elektrodynamischen Ursprungs annehmen muß, falls man die Maxwell-Lorentzsche Elektrodynamik als streng gültig betrachtet, scheint in der englisch-amerikanischen Fachliteratur noch nicht so recht durchgedrungen zu sein.

Die drei anderen Teile behandeln Einzelprobleme; so beschäftigt sich der zweite Teil „Die unipolare Induktion" von *John T. Tate* auf 20 Seiten mit den Induktionsvorgängen, die ein axial symmetrisches magnetisches System bei der Drehung um seine Achse hervorruft. Er kommt zu dem Schluß, daß die Feldgleichungen allen Beobachtungen gerecht werden; und obgleich damit eigentlich alle berechtigten Wünsche erfüllt sind, so erörtert er doch noch die Frage, ob man die magnetischen Kraftlinien als mit jenem System bewegt anzunehmen hat oder nicht. Die notwendige Vorfrage, ob denn eine Kraftlinie in einem zeitlich veränderlichen Feld ein Individuum darstellt, welches man zu verschiedenen Zeiten immer wieder erkennen kann, wird nicht gestellt.

Der dritte Teil „Die Gleichungen für die Beschreibung der elektromagnetischen Erscheinungen" von *H. Bateman* (56 Seiten) bringt eine Reihe von Einzelheiten; wie die Spiegelung an bewegten Körpern, das Feld einer bewegten Punktladung und von Dipolen, den Michelsonversuch, die Feldgleichungen für ein bewegtes Dielektrikum usw. Der letzte Teil schließlich von *E. H. Kennard* beschäftigt sich auf 10 Seiten mit dem Versuch von *Trouton* und *Noble*. Er stellt alles empirische Material

darüber zusammen und bespricht die Deutungen, welche die verschiedenen Theorien für den negativen Ausfall des Experiments gegeben haben. Obwohl er zugibt, daß die Relativitätstheorie die Verhältnisse völlig klarstellt, schließt er doch mit dem Wunsch, der Versuch möchte mit einem Kondensator wiederholt werden, der kein materielles Dielektrikum zwischen seinen Platten enthält. *M. v. Laue, Berlin.*

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Über die Quellung der Gelatine in Säuren.

In Heft 12 (1923) dieser Zeitschrift teilt *J. Loeb* Versuche und Theorien zur „Erklärung für das kolloidale Verhalten der Eiweißkörper" mit und geht u. a. auf S. 220 auf eine Arbeit von *A. Kuhn* „Über die Quellung der Gelatine in wässerigen Lösungen organischer Säuren" ein. Abgesehen von einer allgemeinen Kritik der Grundlagen der Loebschen Auffassung, wie sie *Wo. Ostwald* (Koll.-Zeitschrift *32*, 220, 1923) und *A. V. Hill* (Proc. Roy. Soc. *102* (A) 705, 1923) entwickelt haben, sind zu dieser Kritik *Loebs* folgende Bemerkungen zu machen:

Die Ergebnisse *Loebs* sind mit den Versuchen des Unterzeichneten in zwei Punkten durchaus übereinstimmend, nämlich erstens in der Reihenfolge der Quellungs*volumina* und zweitens in der Beziehung zwischen der Konzentration der maximalen Quellung und der Dissoziationskonstante der Säure. Zum ersten Punkt ist zu bemerken, daß sich auch bei *Loeb* deutliche Unterschiede im Quellungs*volumen* bei verschiedenen Säuren ergeben, die in der gleichen Reihenfolge wie bei den Versuchen des Unterzeichneten liegen, mit quantitativen Abweichungen infolge verschieden langer Quellzeiten. *Loeb* berücksichtigt nun aber *nicht*, daß trotz gleicher p_H das Quell*volumen* absolut verschieden ist, was den Hauptgegenstand der Arbeit des Unterzeichneten bildet. In dieser Arbeit wurde diesem Gesichtspunkt entsprechend nichts über die Konzentration der Säure oder der Wasserstoffionen *nach* eingetretener Quellung ausgesagt, was *Loeb* offensichtlich anzunehmen scheint. Die Loebschen Angaben stellen ferner durchaus keine absoluten Quellwerte dar, da der Unterzeichnete an 53 Fällen bei verschiedenen Konzentrationen zeigte, daß das Quellvolumen bis 72 Stunden noch nicht konstant ist und etwa einem Gleichgewicht entsprochen hätte.

Die Beziehung zwischen der Konzentration der maximalen Quellung und der Dissoziationskonstante zeigt, daß zwar für die Lage der maximalen Quellung die eben durch die Dissoziationskonstante geregelte p_H maßgebend ist, nicht aber für die mindestens ebenso wichtige Eigenschaft des Quell*volumens*, d. h. der *Quellbarkeit* im eigentlichen Sinne des Wortes. Zur Prüfung einer Auffassung wie der von *Loeb* erschiene es übrigens bedeutungsvoller, die Gesamtsäurekonzentration in Normalitäten im Gel und in der zurückgebliebenen Flüssigkeit zu kennen.

Der quellungserniedrigende Einfluß der Säureanionen, den *Loeb* in diesem Zusammenhang kritisiert, ist jetzt nicht mehr der einzige Faktor, der den ganzen Quellungsverlauf reguliert, vielmehr stellt sich der Quellungsvorgang als aus vier Teilvorgängen bestehend dar, einerseits Quellung (Hydratation) und andererseits entgegengesetzt verlaufend Solbildung (ein in die Augen springender, von *Loeb* überhaupt nicht berücksichtigter Faktor), chemische Hydrolyse und Dehydratation. Erst eine quantitative Untersuchung der letzten drei Vorgänge kann einmal eine quantitative Darstellung von Quellungskurven geben.

Leipzig, den 3. Mai 1923. *Alfred Kuhn.*

Herr Professor *Loeb* verzichtet darauf, zu der Zuschrift Stellung zu nehmen.

Berlin, den 9. Juni 1923.

Die Schriftleitung.

Über die Erklärung für das kolloide Verhalten der Eiweißkörper.

Äußerungen eines so genialen Biologen wie eines *Jacques Loeb* in Heft 12 der vorliegenden Zeitschrift verdienen mit Recht besondere Beachtung. Auf der andern Seite haben die Fachgenossen aber auch in besonderem Maße die Pflicht, auf Irrtümer hinzuweisen, wenn sie nicht aus dem Munde eines unbekannten, sondern aus dem eines anerkannt erfolgreichen Forschers verkündet werden. Dieser Fall scheint dem Verfasser hier vorzuliegen.

Es sei nicht etwa auf die unersprießliche Streitfrage eingegangen, ob eine „rein chemische" Betrachtungsweise im Sinne *Loebs* oder eine „physikalisch-chemische" für das Verständnis kolloider Erscheinungen am förderlichsten ist. Der Verfasser will sich zum Zwecke der folgenden Darlegungen auf *Loebs* eigenen Standpunkt stellen, d. h. hier annehmen, daß die beiden Grundannahmen der Loebschen Theorie „des kolloiden Verhaltens", erstens die „rein stöchiometrische Bindung zwischen Proteinen und Elektrolyten mittelst Primärvalenzen" und zweitens die Auswirkungen des Donnangleichgewichts als der Grundlage des Verhaltens kolloider Lösungen wirklich zutreffen. *Loeb* glaubt für beide Thesen bindende „quantitative Beweise" gegeben zu haben. Der Verfasser möchte kurz darauf hinweisen, daß die gegebenen beiden Beweise auf Trugschlüssen bzw. auf grundsätzlichen Mißverständnissen beruhen. Die Fachgenossen, welche sich für weitere Einzelheiten interessieren, seien auf die ausführliche Besprechung der Loebschen Arbeiten in Kolloidzeitschrift *32*, 220, 1923 sowie auf die w. u. besprochene Arbeit von *A. V. Hill*, Proc. Royal Society London, Ser. A., Vol. *102*, 705, 1923 verwiesen.

Die Grundlage für die erste These der „stöchiometrischen Bindung" von Proteinen und Elektrolyten (beispielsweise Säuren) bilden die „*Titrationskurven*", die auch zu Eingang der in dieser Zeitschrift veröffentlichten Abhandlung erörtert werden. *Loeb* findet bekanntlich, daß die Anzahl *Kubikzentimeter* zehntelnormaler Säurelösungen, welche die p_H einer Eiweißlösung in einem ausgewählten mittleren Konzentrationsgebiet um den gleichen Betrag verschieben, in stöchiometrischen Verhältnissen zueinander stehen. Braucht man hierzu z. B. 5 ccm 0,1 n HCl oder 0,1 n H_2SO_4, so ist bei Oxalsäure etwa 10 ccm 0,1 n und bei Phosphorsäure etwa 15 ccm 0,1 n hierzu erforderlich. In diesen, freilich nur bei gewissen p_H-Werten auftretenden ganzzahligen Verhältnissen erblickt *Loeb* den Beweis für die „rein stöchiometrische Bindung von Proteinen und Säuren durch primäre chemische Valenzen". Rechnet man nach, wieviel *Gramm* H-Ion in diesen Kubikzentimetern enthalten sind, so ergibt sich, daß von den Säuren und Konzentrationen, bei denen die Loebsche Regelmäßigkeit gilt, ungefähr *gleichgroße absolute Mengen* H-Ionen vom Eiweiß gebunden werden.

Denn 10 ccm einer 0,1*normalen* Oxalsäurelösung enthalten in dem von *Loeb* herangezogenen Konzentrationsgebiet der *einbasischen* Dissoziation dieser Säure nicht 10mal 0,1 Äquivalente H-Ion, sondern nur 10mal 0,05 Äquivalente, das heißt gerade so viel, wie 5 ccm einer 0,1 n Salzsäure oder 5 ccm einer 0,1 n aber *zweibasisch* dissoziierenden Schwefelsäure. Daher fällt auch die Kurve der zweibasisch dissoziierenden H_2SO_4 zusammen mit der HCl-Kurve, nicht jedoch die Kurve der in diesen Konzentrationen nur einbasisch dissoziierenden Oxalsäure. Die Bindung erfolgt also nicht in „stöchiometrischen Verhältnissen", sondern ist in den genannten Fällen praktisch *absolut gleich groß*. Nun könnte man ja auch in dieser Gleichheit der aufgenommenen Mengen H-Ion aus verschiedenen Säuren im Sinne *Loebs* auf die „stöchiometrische" Bindung schließen, indem eben hier das stöchiometrische Verhältnis stets gleich Eins wäre. Aber auch dieser Schluß scheint dem Verfasser im vorliegenden Falle nicht richtig. Die nähere Prüfung zeigt nämlich weiterhin, daß die Säurebindung in dem betrachteten Gebiet nicht nur absolut gleich, sondern auch (praktisch) *vollständig* oder *restlos* erfolgt. Die Kurven für die anfänglich vorhandene Säuremenge und für die bei Eiweißzusatz gebundene Säuremenge fallen *in dem betrachteten Gebiet* praktisch aufeinander. Es bleibt nur eine minimale Menge H-Ion übrig, wohlgemerkt, immer nur in dem Gebiete, in dem die Loebsche Regelmäßigkeit zutrifft. Am einfachsten ergibt sich diese Tatsache vielleicht daraus, daß auch die Ordinaten der vier *reinen* Säurekurven in dem betreffenden Gebiet ganzzahlige Verhältnisse zueinander zeigen, daß also diese „stöchiometrischen Verhältnisse" auch vorhanden sind, wenn kein Protein und damit überhaupt keine Bindungsmöglichkeit vorhanden ist. Die Titrationskurven zeigen also nach der Meinung des Verfassers nur, daß in dem betreffenden Konzentrationsgebiet unterschiedslos alles H-Ion gebunden wird, das dem Eiweiß angeboten wird. Werden dem Eiweiß zwar nicht Mengen in stöchiometrischen Verhältnissen, wie *Loeb* schreibt, wohl aber gleich große Mengen H-Ion angeboten, die jedesmal praktisch restlos aufgenommen werden, so erscheint das Resultat des Versuches als einigermaßen selbstverständlich, nicht aber als ein Beweis für die „stöchiometrische Natur" der Säureeiweißbindung. So vollkommen überzeugt der Verfasser davon ist, daß Eiweiß und Säure chemisch aufeinander reagieren *können*, so wenig kann er in diesen Titrationsversuchen einen „Beweis" für diese an und für sich sichere Tatsache erkennen, noch weniger aber einen Beweis für die einfache stöchiometrische Satzbindung im Sinne etwa von „Gelatinesulfat = Gelatine$_4$(SO$_4$)$_2$" usw.

Der zweite Grundpfeiler der Loebschen Theorie der Kolloide ist die Gültigkeit des Donnanschen Membrangleichgewichtes, und zwar nicht nur für das Verhalten kolloider Lösungen gegenüber Membranen, sondern auch für die Erscheinungen der Quellung, des osmotischen Druckes, der Leitfähigkeit usw. *innerhalb* eines kolloiden Systems. Jedes kolloide Teilchen, nach *Loeb* auch jedes „Eiweißmolekül", wird für sich als eine osmotische Zelle, eine kolloide Lösung, also als eine Aufschwemmung osmotischer Maschinen aufgefaßt, wie dies vor *Loeb* übrigens schon von *Procter* und *Wilson* getan wurde. Daß dies eine extrem „ultraheterogene" Vorstellung ist, die im offenkundigen Gegensatz zu der Loebschen These steht, daß die Gesetze der klassischen Theorie der *homogenen* Lösungen auch für kolloide Systeme ausreichen, sei nebenbei erwähnt. Hier möge nur der einfachere Fall näher betrachtet werden, die Entstehung von Potentialdifferenzen an der Membran einer Zelle, die innen eine Eiweißlösung, außen einen Elektrolyten enthält. *Loeb* mißt diese P. D. an der Membran und berechnet gleichzeitig aus den p_H-Werten der Einzellösungen die P. D., die nach *Loebs* Ansicht aus der Annahme folgen würde, daß die P. D. durch ein Donnansches Gleichgewicht erzeugt wird. Er findet glänzende Übereinstimmung und sieht damit seine These als erwiesen an, was um so bemerkenswerter erscheint, als *Donnan* und seine Mitarbeiter selbst bei eigenen Messungen an einfacheren und definierteren Systemen nur eine „allgemeine" Gültigkeit des Theorems, keineswegs eine glänzende quantitative Übereinstimmung finden und nachdrücklichst auf die großen experimentellen Schwierigkeiten hinweisen (Journ. Chem. Soc., London *105*, 1963, 1914; *115*, 1313, 1919).

Nun hat aber *A. V. Hill* (l. c.) eingehend und auf verschiedenen Wegen gezeigt, daß auch dieser Schluß ein Trugschluß ist. Die von *Loeb* benutzte Versuchsanordnung erlaubt nämlich gar nicht darüber zu entscheiden, ob die gemessene P. D. von einem Donnangleichgewicht oder aber von irgendeinem anderen Gleichgewicht herrührt. Um einige Sätze der Arbeit von *A. V. Hill* aus den, deutschen Lesern schwierig zugänglichen Proceed. Royal Society London zu zitieren: „Die von *Loeb* gefundene Übereinstimmung zwischen der beobachteten P. D. und der aus der Differenz der p_H berechneten ist eine notwendige Konsequenz *irgendeines* Mechanismus, der nicht dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik widerspricht und ist an und für sich keine Stütze der Theorie, daß das Donnangleichgewicht dem kolloiden Verhalten von Proteinlösungen zugrunde liegt. — Die Übereinstimmung beweist nichts mehr, als daß das beobachtete System im Gleichgewicht war, und daß die Beobachtungen genau gemacht wurden. — Vorausgesetzt, daß das System im Gleichgewicht ist, ist es unvermeidlich, was auch immer für Wasserstoffionenkonzentrationen (elektrometrisch gemessen) vorliegen und was auch immer ihre Ursache sei, daß die mit *Loebs* Methode beobachtete P. D. gleich ist der „berechneten" P. D. — Tatsächlich ergibt dieser Vergleich nicht den geringsten Beweis für irgend eine Theorie des Mechanismus, mit Hilfe dessen die beobachtete P. D. entstanden ist" usw. (*A. V. Hill*).

Etwas konkreter vielleicht läßt sich das hier vorliegende Mißverständnis folgendermaßen kennzeichnen: *Loeb* gibt in eine Kollodiumzelle Gelatine + HCl, außen reine HCl gleicher oder auch verschiedener Konzentration. Er wartet bis ein Konzentrationsgleichgewicht der H'- (und Cl'-) Ionen eingetreten ist derart, daß eine potentiometrische oder titrimetrische Bestimmung der [H] oder [Cl'] von Innen- und Außenflüssigkeit keine zeitliche Veränderung mehr zeigt. Sodann mißt *Loeb* die P. D. zwischen Zellinhalt und Außenflüssigkeit, indem er Kapillarelektroden innen und außen eintaucht und unter üblicher Ausschaltung von Polarisation mit einem Millivoltmeter verbindet. Er vergleicht nun folgende P. D. miteinander:

1. P. D. „berechnet". Aus dem potentiometrisch oder titrimetrisch gemessenen H'- (bzw. Cl'-) Konzentrationen der beiden im Gleichgewicht befindlichen Einzelflüssigkeiten berechnet *Loeb* nach der Nernstschen Formel $\pi = \frac{RT}{F} \ln \frac{c_1}{c_2}$ oder in seiner Schreibweise (in Millivolt): P. D. „berechnet = 59 (p_H innen minus p_H außen).

2. P. D. „beobachtet". Mit diesen „berechneten" Potentialdifferenzen vergleicht *Loeb* die von ihm experimentell in oben beschriebener Weise gefundenen

P. D., wie folgende (bei der Berechnung übrigens stark abgerundete) Zahlenbeispiele zeigen (Proteine usw. S. 128):

p_H innen	4,56	4,03	3,33 usw.
p_H außen	4,14	3,44	2,87
Differenz	0,42	0,59	0,46
P. D. „berechnet" .	24,7	34,5	27,0
P. D. „beobachtet" .	24,0	33,0	26,0

In dieser Übereinstimmung erblickt *Loeb* „den quantitativen und mathematischen Beweis — — des wichtigsten Punktes für die Begründung der Theorie des kolloiden Verhaltens", nämlich für die Gültigkeit des Donnangleichgewichts für kolloide Lösungen. In der Tat hat der Referent auch von Fachgenossen wiederholt diese „mathematische Übereinstimmug" als den glänzendsten und durchschlagendsten Beweis der Loebschen Theorie gegenüber gewissen geäußerten Bedenken eentgegengehalten bekommen.

Die Übereinstimmung zeigt nun aber nichts mehr als daß das Nernstsche Gesetz auch dann gilt, wenn in einer der beiden zu vergleichenden Lösungen neben einer Säure auch noch Eiweiß vorhanden ist. Ob der aus p_H-Bestimmungen nach *Nernst* berechnete oder der direkt gemessene Potentialunterschied durch ein Donnangleichgewicht oder aber sonstwie zustande gekommen ist, geht aus diesen Messungen durchaus *nicht* hervor. *Loeb* würde vermutlich dieselben P. D. erhalten, wenn er nach erfolgtem Gleichgewicht den Versuch abmontieren, Innen- und Außenflüssigkeit je in ein Becherglas gießen und dann die P. D. zwischen den beiden völlig isolierten Flüssigkeiten messen würde. Ja, man kann vermuten, daß dann, also bei völliger Ausschaltung der Membran, die quantitative Übereinstimmung zwischen P. D. „berechnet" und P. D. „beobachtet" noch viel besser sein wird. Denn die auch von *Loeb* betonte völlige „Nichtübereinstimmung" bei den analogen Versuchen mit *Basen* statt Säuren zeigt, daß eine Kollodiummebran bei derartigen Prüfungen des Nernstschen Gesetzes nur störend wirkt. Aber auch selbst die Folgerung von *Hill*, daß *Loebs* Versuche das Vorhandensein eines Gleichgewichtes dartun, erscheint nicht notwendig. Denn das Nernstsche Gesetz, das den Zusammenhang zwischen Konzentrationsdifferenz und P. D. regelt, gilt offenbar auch bei zeitlichen Variationen beider Größen, wie aus der Berechenbarkeit von „Diffusionsketten" mit der Nernstschen Formel hervorgeht. Wenn *Loeb* immer nur streng *gleichzeitig* p_H-Werte und P. D.-Werte gemessen haben würde, so hätte er auch *während* der Gleichgewichtseinstellung immer obige gute Übereinstimmung finden müssen. Ob aber diese Gleichgewichtseinstellung dadurch zustande kommt, daß die Ionenkonzentrationen innen und außen durch reine Diffusion, durch adsorptive oder chemische Bindung am Eiweiß, durch die Membranpotentiale nach *Donnan oder aber auch nach Perrin, Haber, Freundlich* usw. eingestellt werden, — darüber geben diese Messungen keinerlei Auskunft. Alle die zahlreichen Tabellen dieser Art, die *Loeb* publiziert hat, beweisen ausschließlich die Gültigkeit des Nernstschen Gesetzes, nicht aber des Donnanschen Theorems.

Der Verfasser ist also der Meinung, daß die zwei grundlegenden „quantitativen Beweise" der Loebschen Theorie kolloider Lösungen auf Trugschlüssen bzw. auf Mißverständnissen beruhen, und daß *J. Loeb* noch anderes Beweismaterial heranbringen müßte, ehe die „rein chemische" Theorie „quantitativ" überzeugen kann.

Leipzig, den 7. Mai 1923. *Wo. Ostwald.*

Bemerkungen zur Kritik des Herrn Ostwald.

Ich halte eine eingehende Erwiderung auf die Bemerkungen des Herrn *Ostwald* deshalb für unnötig, weil dieselben nur auf Mißverständnissen beruhen. Tabellen II und III auf Seiten 49 und 52 meines Buches zeigen beispielsweise, daß eine stöchiometrische Bindung von HCl, H_2SO_4, H_3PO_4 und $H_2C_2O_4$ an Eiweiß selbst dann stattfindet, wenn mehr Säure zugesetzt wird, als vom Eiweiß gebunden ist[1]). Die Kurven für die Verbindung von Eiweiß mit Säuren, die in meinem Buche und in *Hitchcocks* Arbeiten (unter dem Namen Kombinationskurven) mitgeteilt sind, zeigen, daß bei derselben Wasserstoffionenkonzentration der Eiweißlösung gleiche Quantitäten von Wasserstoffionen mit derselben Menge Eiweiß in Verbindung treten, gleichgültig, ob es sich um eine starke Säure wie HCl oder H_2SO_4 oder eine schwache Säure wie H_3PO_4 handelt. Das läßt sich am einfachsten durch die Annahme erklären, daß eine chemische Verbindung zwischen Wasserstoffionen und Eiweiß stattfindet.

Der Einwand *Hills* beruht ebenfalls auf einem Mißverständnis, indem er nicht berücksichtigt, daß in meinen Versuchen die Bedingungen für die Entstehung des Donnanschen Gleichgewichts gegeben sind, nämlich Undurchgängigkeit der Membran für Eiweißionen und Durchgängigkeit für die kleinen kristalloiden Ionen. Wenn dieser Umstand die Ursache für die Entstehung der Potentialdifferenz beim osmotischen Gleichgewicht zwischen Eiweißlösung und äußerer wässriger Lösung ist, wie ich behaupte, dann muß sich beispielsweise im Falle einer Gelatinechloridlösung eine Verschiedenheit der Konzentration der Wasserstoff- (sowie der Chlor-) Ionen auf beiden Seiten der Membran nachweisen lassen, deren Größe der Donnanschen Gleichung entspricht. Diesen Nachweis habe ich mittels Titrationsmessungen und Messungen der Wasserstoffionenkonzentration erbracht. Wenn *Hill* diesen Nachweis nicht annehmen will, so muß er eine bessere Erklärung geben für den Unterschied in der Konzentration der diffundierbaren Ionen in der Eiweißlösung und der Außenlösung beim osmotischen Gleichgewicht, was er bisher nicht getan hat. Daß der zweite Hauptsatz der Thermodynamik nicht verletzt ist, versteht sich von selbst, da die Donnansche Gleichung thermodynamisch abgeleitet ist. Das Mißverständnis von *Hill* ist übrigens in dem letzten Hefte des Journal of General Physiology von *Hitchcock*[2]) richtiggestellt worden.

New York, den 31. Mai 1923. *Jacques Loeb.*

Über die angebliche Gültigkeit der Hofmeisterschen Anionenreihen bei der Quellung von Eiweißkörpern.

1. In einem Aufsatz des verdienstvollen Forschers *Czapek**), der der Wissenschaft zu früh entrissen wurde, findet sich folgende Angabe über die Hofmeisterschen Ionenreihen:

„Seit den klassischen Untersuchungen von *Franz Hofmeister* kennt man eine „Anionenreihe", deren Glieder graduell verschieden stark Quellung fördern

[1]) *Loeb, J.*, Proteins and the theory of colloidal behavior. New York and London, 1922. *Hitchcock, D. I.*, J. Gen. Physiol., 1921/22, *IV*, 597; 1922/23, *V*, 35.

[2]) *Hitchcock, D. I.*, J. Gen. Physiol. 1922/23, *V*, 661.

*) *Czapek, F.*, Physikochemische Probleme der Protoplasmaforschung, Die Naturwissenschaften *11*, 237 (1923).

bzw. hemmen. Das Sulfatanion wirkt nächst dem Citratanion am stärksten eiweißfällend und quellungshemmend; am entgegengesetzten Ende der Reihe steht das Anion der Rhodanate, welches am stärksten Eiweißfällung hemmt und Quellung fördert. Nitrate und Chloride stehen etwa in der Mitte. Diese lyotropen Wirkungen kennt man bereits aus verschiedenen Gebieten der physikalischen Chemie, und es ist kaum zu verstehen, daß *Jacques Loeb* in neuester Zeit die Gültigkeit dieser Reihe bestreiten konnte, und alles auf die Wirkung des Wasserstoffions auf Eiweißlösungen bezieht."

Im Anschluß an meinen Aufsatz[1]) möchte ich die Bemerkung von *Czapek* richtigstellen, da ähnliche Einwände auch von anderen Autoren, z. B. *Stiasny*, erhoben worden sind.

In meinen Arbeiten ist der Nachweis geführt worden, daß für den Einfluß von Elektrolyten auf die kolloidalen Eigenschaften der Eiweißkörper nur dasjenige Ion eines Elektrolyten in Betracht kommt, das entgegengesetzt geladen ist wie das Eiweißion, und daß nur die Wertigkeit, nicht aber die chemische Natur des aktiven Ions die kolloidalen Eigenschaften beeinflußt. Diese kolloidalen Eigenschaften sind: 1. Membranpotentiale, 2. osmotischer Druck, 3. Quellung, 4. diejenige Form der Viskosität, die von der Quellung von Eiweißmizellen abhängt, und 5. teilweise die kataphoretischen Potentiale suspendierter Eiweißteilchen.

Der Grund, daß nur die Wertigkeit, nicht aber die chemische Natur der Ionen für diese Eigenschaften in Betracht kommt, liegt darin, daß diese Eigenschaften von dem Donnanschen Membrangleichgewicht abhängen. Das Donnansche Membrangleichgewicht ist aber ein rein elektrostatisches Gleichgewicht, für das nur die Wertigkeit, nicht aber die chemische Natur der Ionen von Bedeutung ist. Die Gleichung für das Membrangleichgewicht für Eiweißsäureverbindungen ist zweiten Grades und ändert sich nicht, solange das Anion der Säure oder eines zugefügten Salzes einwertig ist, während für zweiwertige Anionen eine Gleichung dritten Grades das Membrangleichgewicht ausdrückt. Die chemische Natur des Anions beeinflußt die Gleichungen nicht, solange das Anion nicht chemisch mit dem Eiweißmolekül reagiert.

Die Werte für alle die fünf erwähnten kolloidalen Eigenschaften werden durch den Zusatz von Salzen vermindert, nicht erhöht. Wenn man Salz zu Gelatinechlorid zusetzt und darauf achtet, daß das p_H dadurch nicht geändert wird, so findet man, daß das Salz die Membranpotentiale, den osmotischen Druck, die Quellung, die kolloidale Viskosität und die kataphoretischen Potentiale stets herabsetzt, nie erhöht. Das findet seine Erklärung darin, daß der durch das Membrangleichgewicht bedingte Überschuß der gesamten molaren Konzentration der diffundierbaren kristalloiden Ionen im Innern der Eiweißlösung oder im Innern der Gele über die Konzentration derselben Ionen in der Außenlösung durch Salzzusatz vermindert wird. Für diese Wirkung kommt nur das Ion eines Salzes in Betracht, das die entgegengesetzte Ladung wie das Eiweißion hat. Nur die Wertigkeit dieses Ions, nicht aber seine chemische Natur, hat einen Einfluß auf diese Wirkung.

Wegen der Wichtigkeit, welche diese Tatsachen für die Theorie der kolloidalen Erscheinungen haben, habe ich die Frage der Gültigkeit der Hofmeisterschen Ionenreihe auf die erwähnten fünf Eigenschaften der Eiweißkörper einer neuen eingehenden Prüfung in Gemeinschaft mit meinem Assistenten Herrn *Kunitz* unterzogen[2]). Diese Untersuchungen haben meine früheren Schlüsse nur von neuem bestätigt. Alle einwertigen Anionen, Cl, Br, J, NO_3, CNS, Acetat, Lactat, H_2PO_4 usw., erniedrigen die kolloidalen Eigenschaften, beispielsweise die Quellung, quantitativ gleich stark, wenn nur das p_H konstant bleibt. Zweiwertige Anionen, wie SO_4 oder Sulfosalizylationen, wirken unter sich ebenfalls quantitativ in der gleichen Weise, aber viel stärker als die einwertigen Anionen. Die Hofmeisterschen Ionenreihen besitzen für die fünf kolloidalen Eigenschaften der Eiweißkörper, die auf dem Donnanschen Gleichgewicht beruhen, keine Gültigkeit.

2. Es fragt sich nun, wie die entgegengesetzten Behauptungen entstanden sind. Die Antwort lautet, daß es sich zum Teil darum handelt, daß die Autoren die Wasserstoffionenkonzentration nicht gemessen haben. Dies gilt für die meisten Versuche über die Wirkung von Säuren und Alkalien auf die Quellung. Aber es gibt noch einen anderen Grund, nämlich, daß man unter dem Namen von Quellung einen Einfluß von Salzen auf Eigenschaften gemessen hat, die mit dem Einfluß der Salze auf die Säurequellung von Gelatine wenig oder gar nichts gemein haben. *Stiasny* und *Ackermann*[3]) haben die Wirkung von Salzen auf die Volumenzunahme von trockenem Hautpulver gemessen. Dieses Material ist offenbar sehr undurchgängig für Wasser und Salze. Die Versuche dauerten sechs Tage und die Autoren berichten, daß KCL, KJ, KCNS, KNO_3, $KClO_3$ und K_2SO_4 im Sinne der Hofmeisterschen Ionenreihe wirken. Merkwürdigerweise finden sie aber, daß alle Salze in diesem Falle nur die Quellung *erhöhen*, während doch Salze bekanntlich die durch Säure oder Alkali bedingte Quellung von *Gelatine verringern*. Auch sind ihre Versuche auf der alkalischen Seite des isoelektrischen Punktes für Collagen angestellt, wo Anionen bei der Gelatinequellung unwirksam sind. Diese Widersprüche weisen darauf hin, daß diese Autoren in Wirklichkeit gar nicht den Einfluß der Salze auf eine Eigenschaft wie die Säurequellung oder Alkaliquellung der Gelatine gemessen haben, sondern auf eine ganz andere Eigenschaft, nämlich die Löslichkeit oder Kohäsion des Hautpulvers. Dieses getrocknete Pulver wird, wie es scheint, durch Lösungen hoher Konzentrationen von Salzen allmählich durchgängig und löslich gemacht, so daß Wasser nun in die Haut diffundieren kann. Die dadurch bedingte Volumenzunahme der ursprünglich trockenen Haut hat also einen ganz anderen physikalischen Grund als die Verminderung der durch Säure oder Alkali bedingten Quellung der Gelatine unter dem Einfluß von Salzen. Diese Verschiedenheit der physikalischen Natur der beiden Salzwirkungen geht auch daraus hervor, daß schon relativ niedrige Salzkonzentrationen ($M/8$ oder weniger) ausreichen, um die Säurequellung von Gelatine *völlig aufzuheben*, während die Volumenzunahme des Hautpulvers nur durch sehr hohe Salzkonzentration (etwa grammolekular oder mehr) bedingt wird. *Northrop* und *De Kruif*[4]) haben bei ihren Versuchen über Agglutination von Bakterien den Nachweis geführt, daß sehr hohe Salzkonzentrationen die Kohäsion des Eiweiß verringern; es ist auch bekannt, daß hohe

[1]) *Loeb, J.*, Die Erklärung für das kolloidale Verhalten der Eiweißkörper, Die Naturwissenschaften *11*, 213 (1923).

[2]) *Loeb, J.*, und *Kunitz, M.*, J. Gen. Physiol. *5*, S. 665 u. 693 (1922—23).

[3]) *Stiasny, E.*, und *Ackermann, W.*, Kolloidchem. Beihefte *17*, 219 (1923).

[4]) *Northrop, J. H.*, und *De Kruif, P. H.*, J. Gen. Physiol. *4*, 650 (1921—22).

Salzkonzentrationen die Löslichkeit vieler Eiweißkörper erhöhen.

In den Versuchen von *Stiasny* und *Ackermann* handelt es sich also um Wirkungen von Salzen, die gar keine Beziehung zu den bekannten Salzwirkungen auf die Herabsetzung der Quellung von Gelatine haben, und die deshalb auch nicht als Beweis für die Gültigkeit der Hofmeisterschen Anionenreihe für diesen Vorgang gelten können. Übrigens sind die Salzeinflüsse, aus denen diese Autoren die Gültigkeit der Anionenreihe in ihren Versuchen abzuleiten versuchen, außerordentlich klein im Vergleich zu den Salzwirkungen in meinen Versuchen, aus denen sich das gerade Gegenteil, nämlich die Ungültigkeit der Hofmeisterschen Anionenreihe und die Gültigkeit der Wertigkeitsregel für den Einfluß von Salzen auf die Quellung von Gelatine sicher und unzweideutig ableiten läßt.

3. *Graham* unterschied ursprünglich zwischen Kolloiden und Kristalloiden. Die Eiweißkörper wurden schlechthin als Kolloide bezeichnet, und man nahm an, daß alle Eigenschaften der Eiweißkörper kolloidaler Natur seien. Meine Untersuchungen haben gezeigt, daß das nicht richtig ist, sondern daß die Eiweißkörper eine Reihe von Eigenschaften mit den Aminosäuren gemeinsam haben, aus denen sie aufgebaut sind, beispielsweise die chemischen Reaktionen mit Säuren und Basen, Löslichkeit u. a. Die Aminosäuren sind aber Kristalloide, und in bezug auf diejenigen Eigenschaften, welche die Eiweißkörper mit den Aminosäuren gemeinsam haben, muß man die Eiweißkörper als Kristalloide betrachten.

Kolloidales Verhalten tritt bei den Eiweißkörpern nur dann auf, wenn ihre großen Ionen außerstande sind, durch Membrane oder Gele zu diffundieren, welche für die kleinen kristalloiden Ionen, wie H oder Cl usw., leicht durchgängig sind. In diesem Falle kommt es zu einem Membrangleichgewicht, wobei die gesamte molare Konzentration der diffundierbaren Ionen im Innern der Eiweißlösung oder des Eiweißgels größer ist als in der umgebenden Lösung, die frei von Eiweiß ist. Das gibt Anlaß zu den spezifisch kolloidalen Eigenschaften der Eiweißkörper, nämlich dem Einfluß der Elektrolyte auf Membranpotentiale, osmotischen Druck, Quellung, kolloidale Viskosität, kataphoretische Potentiale. Diese kolloidalen Eigenschaften der Eiweißkörper werden *direkt* nur von der Wertigkeit und dem Sinn der Ladung kristalloider Ionen beeinflußt, nicht aber von ihrer chemischen Natur, und für diese kolloidalen Eigenschaften der Eiweißkörper gibt es keine Hofmeistersche Ionenreihen.

Die krystalloiden Eigenschaften der Eiweißkörper, wie Löslichkeit oder Kohäsion, werden nicht nur von der Wertigkeit, sondern auch von der chemischen Natur der Ionen kristalloider Elektrolyten beeinflußt. Es ist denkbar, daß diese Einflüsse *indirekt* auch gewisse kolloidale Eigenschaften der Eiweißkörper, etwa die Quellung, modifizieren können. Man muß sich aber davor hüten, Wirkungen der Salze auf die kristalloidalen Eigenschaften der Eiweißkörper mit den Wirkungen der Salze auf die kolloidalen Eigenschaften zu verwechseln, die von dem Donnanschen Gleichgewicht abhängen. Ich habe übrigens schon auf diesen Unterschied in meinem Buche hingewiesen[6]).

New York, den 7. Mai 1923. *Jacques Loeb.*

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Am 2. Juni 1923 hielt Dr. *Walter Lehmann* (Berlin) einen Vortrag mit Lichtbildern über **Ethnologische Reiseergebnisse aus Mittelamerika.** Im Auftrage einer Berliner Museumsverwaltung hatte der Vortragende während der Jahre 1907 bis 1909 in dem Übergangsgebiet von Nord- zu Südamerika Untersuchungen ausgeführt und Ausgrabungen veranstaltet, über die er in sehr ausführlicher Weise berichtete. Unter Angabe einer erdrückenden Fülle von Einzeltatsachen, die eine kurze Zusammenfassung des Vortragsinhaltes ausschließt, verbreitete er sich über die einheimischen Völker und Stämme des westlichen Amerika von Kalifornien bis Peru, wobei Chronologie und Kalenderwesen, Sonnen- und Mondkult, Sprache und Schrift, Bauten und Grabformen, Waffen und Geräte usw. zur Aufklärung der historischen und kulturellen Zusammenhänge sowie der Völkerwanderungen herangezogen wurden. Mittelamerika bildet auch in völkerkundlicher Beziehung eine Brücke zwischen Mittel- und Südamerika und weist, namentlich in seinem südlichen Teil, eine Gruppe von Stämmen auf, deren Heimat im nördlichen Südamerika liegt. Bei manchen Völkern läßt sich eine Bevorzugung bestimmter Klima- und Vegetationsgebiete nachweisen, die oft auf engem Raume große Unterschiede zeigen. So herrscht z. B. in der Landenge von Mittelamerika vielfach ein scharfer Gegensatz zwischen den feuchten Urwaldgebieten der atlantischen Seite und der trockenen, z. T. wüstenhaften Savannenlandschaft der pazifischen Küstenregion. In Costa Rica, das die spanischen Entdecker als „reiche Küste" bezeichneten, weil sie bei den Eingeborenen eine Fülle von goldenen Schmucksachen fanden, ragen die höchsten Berge bis nahe an die Schneegrenze empor. Einer der Vulkane enthält in seinem Krater einen Heißwassersee, der zuweilen unter Dampfentwicklung aufsprudelt, so daß es sich um ein geiserartiges Phänomen zu handeln scheint.

Die Ausgrabungen des Vortragenden lieferten eine ergiebige Ausbeute, die er in Lichtbildern vorführte. Besonders prächtig sind die mit reichem figürlichem Schmuck versehenen Goldfunde. Das Schürfen nach Gold ist bei den eingeborenen Stämmen eine religiöse Handlung, der strenge Enthaltsamkeit vorangehen muß. In den Tumulusgräbern fanden sich manchmal mehrere hundert Gegenstände, Stein- und Tongeräte, z. T. Prunkstücke, sowie Schmucksachen aus Grünstein, Nephrit und Gold. Die in der Gegenwart eindringende europäische Kultur wirkt stark demoralisierend auf die eingeborene Bevölkerung. *O. B.*

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Eine Untersuchung über die spontane Tätigkeit des Meerschweinchens. (*Edith E. Nicholis*, Journ. of comp. psychol. Bd. 2, Nr. 4, S. 303—330, 1922.) In einem dunkeln unterirdischen, völlig geräuschlosen und erschütterungsfreien Gewölbe wurden Meerschweinchen in Registrierkäfigen gehalten, deren drei Füße auf Mareyschen Kapseln ruhten, die gemeinsam zum Schreibhebel abgeleitet wurden. So ließen sich gleichzeitig die Tätigkeitskurven von 6 in 6 Registrierkäfigen gehaltenen Meerschweinchen auf dieselbe Trommel aufschreiben. Die relative Feuchtigkeit im Gewölbe be-

[6]) *Loeb, J.*, Proteins and the theory of colloidal behavior, New York and London, 1922.

trug im Dunkeln 42, beim Licht zweier über den Käfigen brennenden Lampen 44 %, die Temperatur im Dunkeln 19,5, im Lichte 21,5°. Die Versuchstiere gediehen hier besser als im Tageslichte und nahmen ordentlich zu. Stets wurden sie einige Tage vor Versuchsbeginn an die Registrierkäfige gewöhnt. Sie waren bald zahm, insbesondere ließen sie sich nicht in ihrer Tätigkeit stören, wenn die Untersucherin das Gewölbe betrat. Das geschah täglich nur einmal zu bestimmter Zeit, um Futter und Kymographenband zu wechseln. Die Empfindlichkeit des Registrierkäfigs war derart, daß Atembewegungen oder ruhiges Kauen des stillsitzenden Tieres keine Ausschläge verursachten, während jede Körperbewegung deutlich angezeigt wurde. Die landläufige Ansicht, das Meerschweinchen sei ein ungewöhnlich ruhiges Tier, ist zufolge den Ergebnissen der Verf. völlig verkehrt. Unter den gewöhnlichen Bedingungen der Gefangenschaft unterdrückt Furcht die Bewegungen; sind die Tiere aber ungestört, wie in den vorliegenden Versuchen, so erweisen sie sich als ganz ungewöhnlich beweglich. Es folgen Perioden ständiger und intermittierender Tätigkeit aufeinander; die ersten sind durch wirklich ununterbrochene Tätigkeit gekennzeichnet, in den zweiten schieben sich Ruhepausen von gewöhnlich nicht mehr als 3 oder 4 Minuten zwischen die Tätigkeit ein. Längere Ruhepausen fehlen vollkommen; Tag und Nacht machen keinen Unterschied. Im Dunkeln ergab sich als mittlere Tätigkeitsdauer des 24stündigen Tages 21,6, im Lichte 20,64 Stunden; Altersunterschiede spielten in den untersuchten Grenzen (1—9 Monate) auch keine Rolle; die Männchen zeigten sich im Dunkeln um 2,8, im Lichte um 3,4 % aktiver als die Weibchen. Wurden die Tiere in der Tretmühle bis zur völligen Erschöpfung ermüdet und dann in den Registrierkäfig zurückversetzt, so fingen sie nach ganz kurzer Zeit mit halbgeschlossenen Augen zu fressen an und verharrten stundenlang in dieser Tätigkeit; auch jetzt kam es ebensowenig wie sonst jemals zu einem richtigen Schlafen. Es scheint, daß Meerschweinchen überhaupt nicht schlafen. Fast der ganze Tag vergeht mit nahezu unaufhörlichem Fressen. Gab man den Tieren nur 1 Stunde täglich Zutritt zum Futter, so waren sie noch beweglicher als bei ständigem Vorhandensein von Futter. — Zum Vergleich mit derselben Apparatur untersuchte Ratten verbrachten 41 % des 24 Stundentages tätig, 59 % ruhend, bei Nacht waren sie um 80 % tätiger als bei Tage. Die Meerschweinchen aber waren 89 % des 24-Stundentages tätig und nur 11 % desselben in Ruhe; die längste jemals beobachtete Ruhepause betrug 10 Minuten, und zwischen Tag und Nacht bestand kein Unterschied. Die Ergebnisse verschiedener Jahreszeiten stimmten untereinander vollkommen überein. *Koehler, München.*

Hemmung der Gewohnheitsbildung durch bestehende Gewohnheiten bei der weißen Ratte und dem Menschen. (*Walter S. Hunter*, Journ. of comp. psychol. Bd. 2, Nr. 1, S. 29—59, 1922.) Verf. behandelt das Problem des Umlernens. Ist einmal eine Gewohnheit gebildet, so fragt es sich, ob der Übergang zur Bildung einer zweiten Gewohnheit, z. B. einer der ersten gerade entgegengesetzten, sich ebenso leicht, leichter oder schwerer vollzieht als die Neubildung der zweiten Gewohnheit seitens unerfahrener Tiere. Gelingt das Umlernen leichter als die Neubildung, so wird von „positive transfer" der Gewohnheit gesprochen, gelingt sie schwerer, d. h. hemmt die alte Gewohnheit die Bildung der neuen, so liegt „negative transfer-interference" vor; wir könnten von „Übertragung bzw. Erleichterung und Erschwerung bzw. Hemmung" der Gewohnheitsbildung durch die bestehende Gewohnheit sprechen. — Ratten wurden in den Längsgang eines T-förmigen Gangsystemes gesetzt und lernten zuerst, bei Belichtung in den rechten, bei Verdunkelung in den linken Quergang abzubiegen. War dies vollkommen erlernt, so begann die Dressur auf die umgekehrte Weise: Die Tiere sollten jetzt beim gleichen Lichte nach links, bei Verdunkelung nach rechts abbiegen. Die Bildung der ersten Gewohnheit brauchte 286, die der zweiten 603 Versuche, ein Beispiel typischer Hemmung. Das Zahlenmaterial ist hier wie überall variationsstatistisch bearbeitet, so daß die statistischen Fehlerquellen ausgeschaltet werden können; im einzelnen sei weiterhin davon nicht mehr die Rede. Konstruiert man Vincentsche Lernkurven, deren vielseitige Verwendbarkeit Verf. besonders hervorhebt, so zeigt sich, daß die Störungen der zweiten Gewohnheitsbildung durch das Bestehen der alten Gewohnheit hauptsächlich in der ersten Hälfte der Umlernzeit sich bemerkbar machen. Wurde die Gewöhnung 1 nicht bis zu Ende durchgesetzt, sondern die Dressur auf 1 schon beim 100. Versuche abgebrochen, so waren zum völligen Umlernen nur 475 Versuche erforderlich, also weniger als wenn Gewohnheit 1 fest verankert war. In einer zweiten Versuchsreihe fehlen die Gesichtsreize, sonst ist alles ebenso. Drittens wurde ein kreisförmiges Labyrinth verwendet, das, als Gewohnheit 1, durch folgende Wendungen zur Futterkammer hin durchlaufen werden mußte: Rechts, links, rechts, links. War 1 erlernt, so wurde das ganze Labyrinth mit der Oberseite der Unterlage aufgelegt, so daß jetzt die Wendungen links, rechts, links, rechts zum Ziele führten. Hier wurde 2 wesentlich rascher gelernt als 1 (Erleichterung), doch war auch hier Interferenz in bestimmten Versuchsstadien deutlich. Berechnet man aber die Korrelation für die Leichtigkeit des Lernens und des Umlernens unter Berücksichtigung der einzelnen Tiere, so ergaben sich nirgends, auch nicht bei den Kreislabyrinthen, positive Werte. Menschen aber zeigten im grundsätzlich gleichen Falle ausgezeichnete Korrelation. Sie mußten mit verbundenen Augen einen Bleistift durch die Gänge eines Labyrinths führen, das durch siebenmaliges abwechselndes Wenden nach rechts und links, beginnend und endigend mit rechts, zu durchfahren war. Hatten sie das erlernt, so wurde auch dieses Labyrinth umgelegt, so daß jetzt die erste und letzte Wendung nach links führte, kurz die alte und die neue Aufgabe im Verhältnis zweier Spiegelbilder zueinander standen. 31 Menschen brauchten für 1 im Mittel 9 Versuche, die zweite spiegelbildlich gleiche Aufgabe wurde von 17 Personen schon beim ersten Versuche gelöst. Die Korrelation zwischen Lernen und Umlernen war hier also außerordentlich hoch, nämlich 0,80. Der Unterschied zwischen dem Ergebnis an Ratte und Mensch und seine Erklärung liegen, wie Ref. glauben möchte, auf der Hand: Die intelligenteren Menschen kamen offenbar alle sofort auf den Gedanken, 2 sei die spiegelbildliche Umkehr von 1 und ersparten sich somit alle die verzögernden Umwege in die Sackgassen, die sie bei der ersten Aufgabe notwendig hatten, um das Prinzip des Labyrinthes (wechselweise Wendungen) kennenzulernen. Die Ratten vermochten das natürlich nicht und mußten daher von vorn anfangen. *Koehler, München.*

Ber. üb. d. ges. Physiol. u. experim. Pharmakol. Bd. *18*, 1923.

Über den Einfluß des Lichts und der Verdunkelung auf die Papaverschäfte. Die geotropischen Reaktionen der Blütenstiele von Papaver (Mohn) sind schon der Gegenstand zahlreicher physiologischer Untersuchungen gewesen. Im jugendlichen Zustande nehmen sie bekanntlich eine nickende Stellung ein, die durch posi-

tiven Geotropismus bedingt ist. *Vöchting* gelangte durch bestimmte Experimente zu der Auffassung, daß der Sitz der geotropischen Sensibilität nicht im Blütenschaft selbst ruht, sondern in dem Fruchtknoten der Blüte, die demnach einen dirigierenden Einfluß auf die Bewegungserscheinungen im Schaft ausüben müßte. Neuerdings aber stellte *H. Buchholz* fest, daß zweifellos die Blütenstiele selbst imstande sind, den geotropischen Reiz aufzunehmen. Ob daneben auch ein korrelatives Eingreifen der Blüte stattfindet, war aus ihren Versuchen nicht eindeutig zu ersehen. Diese Lücke wird nun durch Versuche von *Fitting* (Jahrb. f. wiss. Bot. *61*, 1922) geschlossen, die dartun, „daß wirklich kein geotropischer Einfluß von der Knospe her die positiv geotropische Reaktion des Schaftes beherrscht". Dafür sprechen Versuche, bei denen die Knospe künstlich aufwärts gebogen wurde, ohne daß das auf die Krümmungsrichtung des Schaftes irgendwie eingewirkt hätte. Weiterhin konnte dann *Fitting* zeigen, daß der positive Geotropismus des jungen Blütenschaftes in hohem Maße durch das Licht beeinflußt wird: verdunkelte Schäfte richten sich auf, anscheinend nicht deshalb, weil sie noch negativ geotropisch, sondern weil sie ageotropisch werden. Auf diese Weise wird ein autotropischer Ausgleich der Krümmung erzielt. Das Licht wirkt also stimmungsändernd, wie dies schon von zahlreichen anderen Fällen bekannt ist. Um diese Stimmungsänderung hervorzurufen, braucht man nicht völlig zu verdunkeln, sondern bei empfindlichen Mohnarten genügt schon eine Herabsetzung der Lichtintensität. Bei Wiederherstellung der normalen Beleuchtungsverhältnisse findet wieder Rückkehr zur normalen positiv geotropischen Reaktion statt. Versuche mit partieller Verdunkelung ergaben, „daß das Licht, bzw. die Verdunkelung direkt auf die Schäfte wirkt; ein deutlicher Einfluß der Knospenbelichtung oder -verdunkelung war nicht nachweisbar". Danach findet also auch keine phototonische Reizleitung von der Knospe zum Schaft statt. *Stark.*

Das Aufreißen von kaltgereckten Messinggegenständen. In der Märzversammlung des Institute of Metals vom Jahre 1922 haben *Moore* und *Beckinsale* über eine Fortsetzung ihrer Arbeiten vorgetragen, über die in dieser Zeitschrift bereits berichtet worden ist[1]). In den berichteten Arbeiten hatten die Verfasser gezeigt, daß die Gefahr des Aufreißens von kaltgereckten Messinggegenständen (mit 70 % Cu und 30 % Zn) durch eine geeignete Erhitzung (in der Regel auf 250—300 °) praktisch beseitigt werden kann, und zwar ohne Veränderung der Härte. Die inneren Spannungen vor und nach der Erhitzung, die die Gefahr des Aufreißens herbeiführen, waren jedoch nicht gemessen worden. Neben einer Reihe weiterer Beobachtungen, die das früher Berichtete bestätigen, haben die Verfasser nun Spannungen absichtlich erzeugt und unmittelbar gemessen. Zu diesem Zwecke wurden Messingbänder (69,6 % Cu, 1,1 % Sn, Rest Zn) unter verschiedenen Bedingungen bis zu einer und derselben Stärke kalt gewalzt, so daß Stücke von verschiedener Härte (120 bis ca. 170 nach *Brinell*) entstanden. Diese wurden nun auf Bogensegmente verschiedener Durchmesser aufgespannt, so daß sie elastische Biegespannungen von leicht berechenbarer Höhe erhielten, und dann auf 275 ° erhitzt. Nach der Erhitzung kehrten sie beim Entspannen nicht mehr in ihre ursprüngliche (geradlinige) Lage zurück, und aus dem Betrage der bleibenden Biegung konnte die Restbiegespannung berechnet werden. Einige Versuchsresultate sind in den Abb. 1—4 wiedergegeben. Als Abszisse ist überall die Erhitzungszeit aufgetragen, als Ordinate die Spannung in Tonnen pro Quadratzoll. Man sieht, daß die Spannungen in den ersten 10 Minuten sehr schnell und dann sehr viel langsamer abfallen. Die Restspannung ist um so höher, je höher die ursprünglich auferlegte Spannung war. Der Vergleich von Abb. 1 mit Abb. 2 und von Abb. 3 mit Abb. 4 zeigt auffallenderweise, daß die Restspannung um so kleiner, je größer die Härte des Materials ist. Diese Unterschiede sind jedoch nicht sehr beträchtlich und lassen sich wahrscheinlich auf eine sehr einfache Weise, die den englischen Forschern entgangen zu sein scheint, erklären. Außer den durch die Biegung erzeugten Spannungen müssen die Messingbänder nämlich noch Eigenspannungen haben, die von der Herstellung her-

[1]) Naturwissenschaften 1922, S. 1079.

Fig. 1. Anfängl. Brinellh., 121. Fig. 3. Anfängl. Brinellh., 123.

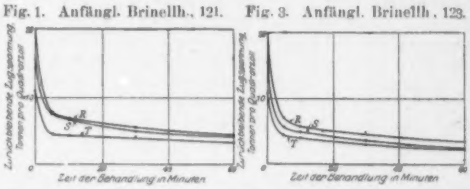
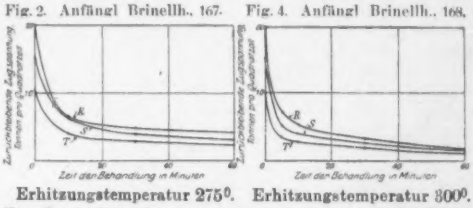


Fig. 2. Anfängl Brinellh., 167. Fig. 4. Anfängl Brinellh., 168.



Erhitzungstemperatur 275°. Erhitzungstemperatur 300°.

Fig. 1—4. Restbiegespannung in kalt (zu verschiedener Härte) gewalzten, dann elastisch gespannten, dann erhitzten und dann entspannten Messingbändern.

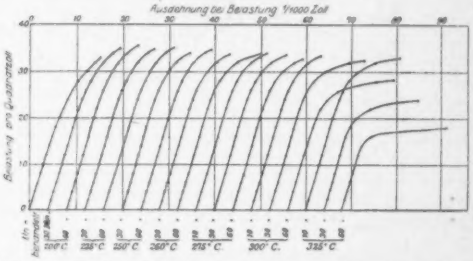


Fig. 5. Zu den Zerreißversuchen an kaltgereckten und dann schwach erhitzten Metallkörpern.

rühren. Diese Eigenspannungen eines Bandes sind um so höher, je größer seine Härte ist, und verbleiben bis zu einem gewissen Betrage auch nach seiner Erhitzung. Um den wahren Betrag der inneren Spannungen zu erhalten, müßte man also außer *gemessenen* Biegespannungen auch diese Eigenspannungen noch berücksichtigen, wobei die Gesamtspannungen beim härteren und also stärker kaltgereckten Material um einen größeren Betrag zu erhöhen wären, als beim weicheren.

Eine Bestätigung der Existenz von starken inneren Spannungen in hartgereckten Messingstücken und zugleich eine sehr charakteristische Illustration des Verhaltens von kaltgereckten Metallkörpern nach schwächerer Erhitzung bilden die von den Verfassern ausgeführten Zerreißversuche, deren Resultate in Abb. 5 dargestellt sind. Auf der Abszisse sind die Dehnungen

und auf der Ordinate die Belastungen, bezogen auf die Einheit des Querschnittes, aufgetragen. Die Kurven gehören je gruppenweise zusammen, indem bei jeder Gruppe die Erhitzungstemperatur dieselbe ist, die Erhitzungszeiten aber verschieden sind, wie das unter der Abbildung angegeben ist.

Man kann nun der Abbildung folgendes entnehmen: Die Proportionalitätsgrenze, d. h. die Höchstbelastung, bis zu welcher das Hoolesche Gesetz gilt, liegt im kaltgereckten Zustand bei etwa 12 Tonnen pro Quadratzoll. Nach einer Erhitzung auf 225—275° *steigt* diese Grenze bis auf etwa 20 Tonnen, um bei 300° wieder langsam und bei 325° schneller abzufallen. Einen ähnlichen Verlauf zeigt die Streckgrenze[1]), die von 32 auf 35 Tonnen pro Quadratzentimeter ansteigt und bei höheren Temperaturen wieder schnell abfällt.

Dieses Verhalten widerspricht der üblichen Darstellungsweise, daß die Metalle durch Kaltrecken verfestigt werden und ihre untere Elastizitätsgrenze, also auch Proportionalitätsgrenze ansteigt. Die Erklärung für diese Erscheinung ist in überzeugender Weise von *Heyn* auf Grund der Annahme von inneren Spannungen gegeben worden. Ein gezogener Metallkörper weist, wie *Heyn* experimentell nachgewiesen hat, erhebliche Längsspannungen auf, und zwar müssen sich Kontraktions- und Dehnungsspannungen gegenseitig das Gleichgewicht halten, weil sonst der Körper nicht seine Form behalten könnte. Wird nun ein mit solchen Spannungen behafteter Körper einem Zerreißversuch unterworfen, so haben die bereits vorher Dehnungsspannungen unterworfen gewesenen Teile viel höhere Belastungen auszuhalten, als sie die Zerreißmaschine anzeigt, und dementsprechend können bereits bei viel niedrigeren abgelesenen Spannungen dauernde Dehnungen auftreten.

Beim Erwärmen gleichen sich die inneren Spannungen aus und dieser Grund für den Befund einer erniedrigten Proportionalitäts- und Streckgrenze fällt weg. Gleichzeitig wird aber die Verfestigung noch nicht aufgehoben, wie die Härtebestimmungen und der Vergleich mit den Zerreißversuchen mit stärker erhitzten Stücken zeigt. Daraus folgt, daß die Verfestigung eine bis zu einem gewissen Grade von diesen Spannungen unabhängige Erscheinung ist. *Heyn* hat in seiner bekannten Theorie der Kaltreckung[1]) versucht, dieselbe in ähnlicher Weise auf „verborgene elastische Elementarspannungen" zurückzuführen. Es muß jedoch auf die Schwierigkeit hingewiesen werden, die dieser Theorie durch das verschiedene Temperaturverhalten der beobachteten inneren Spannungen einerseits und der die Verfestigung hervorrufenden Elementarspannungen andererseits entsteht. Es erscheint nicht ohne weiteres verständlich, wieso und warum die Elementarspannungen sich bei höherer Temperatur so viel schwerer ausgleichen können, als die beobachteten inneren Spannungen.

Die Abb. 5 hat ferner auch eine allgemeine technische Bedeutung. Man ersieht aus ihr nämlich, daß, wenn man die Verfestigung eines Metalles durch Kaltrecken voll ausnutzen will, man das Metall nicht unmittelbar im kaltgereckten, sondern oft in einem vorsichtig angelassenen Zustand benutzen muß. Dann liegt nicht nur die Elastizitätsgrenze höher, sondern auch die Härte ist oft etwas größer, als unmittelbar nach dem Kaltrecken, wie ebenfalls die Versuche von *Moore* und *Beckinsale* gezeigt haben[2]). *G. Masing.*

[1]) Als Streckgrenze gilt diejenige Belastung, bei der die bleibende Dehnung einen gerade eben feststellbaren Betrag erreicht. Als solcher wird z. B. konventionell 0,1 oder 0,2 % der Länge angenommen. Die Streckgrenze wird dann als $\sigma_{0,1}$ bzw. $\sigma_{0,2}$ bezeichnet.

[1]) Festschrift der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft 1921.

[2]) Berichtet in den Naturwissenschaften 1922, S. 1079.

Naturforschende Gesellschaft zu Freiburg i. Br.

Die Naturforschende Gesellschaft Freiburg i. Br. veranstaltete 1922, im 101. Jahre ihres Bestehens 14 öffentliche Vorträge, von denen 8 im Autorreferat vorliegen. Ein Teil der übrigen ist in den „Naturwissenschaften" als Abhandlung erschienen, ein anderer, kleinster Teil, war zusammenfassender Art.

H. Spemann: **Über eineiige Zwillinge.** Aus den Eiern vieler Tiere, so auch der Tritonen, lassen sich bekanntlich nach medianer Durchtrennung im Zweizellenstadium Zwillinge erzielen, die als „eineiige Zwillinge" zu bezeichnen sind. Wird die Durchtrennung in späteren Stadien an der Blastula oder beginnenden Gastrula vorgenommen, so zeigen die beiden Keimhälften sehr deutliche Postgenerationserscheinungen. Dabei bleibt die innere, der Trennungsebene zugekehrte Seite lange Zeit, oft dauernd, schwächer entwickelt als die äußere, die Larve daher nach innen eingekrümmt. Beim rechten Zwilling wurde wieder, wie schon früher, in etwa der Hälfte der Fälle Situs inversus viscerum et cordis beobachtet.

E. Küppers: **Wesen und Erscheinungen des Schlafes.** Im Anschluß an die Darstellungen der Erscheinungen des Schlafes wurde eine neue Schlaftheorie entwickelt, die auf einer Neueinteilung des Nervensystems in einen muralen, einen binnenvegetativen und einen animalischen Abschnitt beruht und mit den Fragen der Lokalisation des Psychischen zusammenhängt. (Diese Theorie ist unterdessen im 75. Bande der Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie unter dem Titel: „Der Grundplan des Nervensystems und die Lokalisation des Psychischen" veröffentlicht worden.)

N. Krebs: **Neuere Forschungen in der Sahara.** Der Vortragende charakterisiert zunächst die Gegenwart als Zeit, da die großen Entdeckungen vorbei sind und die Deutschen, die eine Reihe ausgezeichneter Pioniere ausgesandt hatten, Vertretern anderer Nationen das Feld räumen mußten, welche in militärisch-politischen Missionen unbekannte Strecken durchmessen. Entdeckerehrgeiz fehlt nicht, steht aber an zweiter Stelle, wirtschaftliche Interessen kommen in der Sahara nicht mehr in Betracht, da der Sudan nur gegen die Guineaküste und Senegambien gravitiert. Er charakterisiert dann die Expeditionen *Angiéras-Dauzzanne* (Winter 1920/21) in der westlichen Sahara, die Forschungen *Tilhos* (1913—1917) in Tibesti, Borku, Erdi und Ennedi und die Expedition der Miß *Forbes* (Winter 1920/21) in die Kufra-Oasen und referiert über die wichtigsten Ergebnisse dieser Reisen. Es ergeben sich daraus lehrreiche Vergleiche über die Verschiedenheiten in der westlichen und östlichen Sahara, Hinweise auf eine früher weiter verbreitete Besiedlung, die Gegensätze zwischen Nomadenbevölkerung in W und Oasensiedlungen in O usw. An der Hand von Lichtbildern und Gesteinsproben führt der Redner dann in die morphologischen Probleme der Wüste ein und zeigt, daß die Salzverwitterung und die intensive chemische und mechanische Sonnenwirkung die bezeichnendsten Erscheinungen des ariden Klimas schaffen, während die

Windwirkungen oft sehr zurücktreten und auch nicht für die Wüste allein typisch sind.

In gemeinsamer Sitzung mit der Gesellschaft für Rassenhygiene, Ortsgruppe Freiburg, sprach *Lenz-München* über: **Die Ursachen der Übersterblichkeit männlicher Säuglinge.** Zum Zustandekommen der Säuglingssterblichkeit tragen außer Einflüssen der Umwelt auch krankhafte Erbanlagen bei. Auf letale Erbanlagen, wie sie *Morgan* bei der amerikanischen Obstfliege *Drosophila* gefunden hat, ist auch ein Teil der Fehlgeburten beim Menschen sowie der Geburt nicht lebensfähiger Früchte zurückzuführen. Durch Auswirkung geschlechtsgebunden-rezessiver krankhafter Erbanlagen erklärt sich auch die Übersterblichkeit männlicher Säuglinge gegenüber den weiblichen, und ebenso das Überwiegen männlicher Früchte bei den Fehlgeburten. Da der Mensch anscheinend 12 Chromosomenpaare hat, so würde unter der willkürlichen Annahme, daß jedes Chromosom der Träger von 100 Erbeinheiten sei, eine Übersterblichkeit männlicher Säuglinge im Umfange der tatsächlich beobachteten zu erwarten sein, wenn nur jede 4000. Erbeinheit rezessiv letal wäre. In Wirklichkeit wird es sich hauptsächlich um krankhafte Erbanlagen handeln, die nicht unbedingt letal sind, sondern die nur eine verminderte Widerstandsfähigkeit gegenüber äußeren Schädlichkeiten bedingen, wofür Erfahrungen *Morgans, Whitings* und *Justs* an *Drosophila* als Analogie herangezogen werden. Die Übersterblichkeit männlicher Säuglinge ist also wahrscheinlich nicht durch eine geringere Widerstandsfähigkeit des männlichen Geschlechts als solchen, sondern durch die Verbreitung krankhafter Erbanlagen in einer Bevölkerung bedingt. Bei Naturvölkern scheint eine Übersterblichkeit männlicher Säuglinge nicht vorhanden zu sein. Diese ist daher eine Art von Index des Entartungszustandes.

W. Hildebrandt: **Die Grippe im Felde und in der Heimat.** Die Grippe ist seit 1510 als epidemische Krankheit bekannt, die in verhältnismäßig kleinen Abständen ihre Wanderzüge antritt. Was 1918 als „spanische" Grippe bezeichnet wurde, trug vormals entsprechend andere Namen, wenn die Grippe aus anderer Himmelsrichtung nach Deutschland kam; so gab es einst auch eine „polnische" Grippe.

Die Epidemie von 1918 kam nicht unerwartet. *Hübschmann* fand 1915 an der Leiche so auffallend viel Grippeveränderungen, vor allem in den Lungen, daß er das Nahen einer Epidemie vermuten konnte. Ich selbst stellte im Februar 1916 zuerst Grippe im Felde (Flandern) fest; auch der Nachweis der Krankheitserreger, der Influenzabazillen, gelang damals im Laboratorium des beratenden Hygienikers der vierten Armee.

Schon 1916 und 1917 habe ich teils im eigenen Lazarett, teils in anderen Lazaretten, die ich als beratender innerer Mediziner der 4. Armee besuchte, eine erhebliche Anzahl von Grippeepidemien beobachtet. In Flandern trat die erste große Epidemie im April 1918 auf; an diese schloß sich dann von Mai an die allgemeine Grippeerkrankung der Front, die stellenweise, da auch der Feind in ähnlicher Weise litt, zu einem Stillstand der Kampftätigkeit führte. Es waren in diesen Epidemien die bekannten Grippeerscheinungen vorhanden, unter denen die auch nach der Entfieberung anhaltende große Mattigkeit besonders hervortrat.

Erst nach Wochen, etwa vom Juli an, traten die gefürchteten Lungenentzündungen hinzu, die zunehmend mehr Opfer forderten. Gerade die Kräftigsten und Besten sind ihr erlegen, vielleicht deshalb, weil sie die Anfänge der Grippe geflissentlich nicht achteten, um weiter im Graben ihre Pflicht zu tun. Die tötlichen Lungenentzündungen sah ich nie als erste Erscheinungsform der Grippe, sondern stets als Rückfallszeichen. Es spielten dabei sogen. Sekundärinfektionen eine wichtige Rolle, d. h. andere krankmachende Spaltpilze siedelten sich in der durch die Grippe geschädigten Lunge an und verursachten die tötliche Lungenentzündung, die anfangs bei den Nichtärzten den Verdacht erweckte, es möchte sich um Lungenpest handeln, zumal ihre Bösartigkeit sehr wohl den Namen „Schwarzer Tod" für sie rechtfertigen könnte.

Unter der Zivilbevölkerung Flanderns wütete dieser „Schwarze Tod" in der gleichen Weise, wie unter uns. Ich sah nie so viele Leichenwagen in einer Stadt fahren, wie in Antwerpen kurz vor dem Waffenstillstande.

In der Heimat im wesentlichen das gleiche Bild. Hier waren dem „Schwarzen Tod" vor allem vollsaftige junge Mädchen und Frauen, in Sonderheit Schwangere und Gebärende ausgesetzt.

Nach dem Ende des Krieges traten die schweren Lungenentzündungen rasch zurück, neu hinzu kamen Gehirnerscheinungen, die vielfach unter dem Bilde einer „Schlafkrankheit" verliefen.

Seit 1919 liegt die Hauptbedeutung der Grippe in ihren Folgezuständen und Nachkrankheiten, insbesondere in den chronischen Lungenveränderungen, die recht häufig das Bild der Lungentuberkulose vortäuschen können.

Die Unterscheidung zwischen sogen. chronischer Grippe und Tuberkulose kann überaus schwierig sein. Genaue Untersuchungen des Blutes hinsichtlich des Verhaltens der weißen Blutkörperchen lehrten mich, daß man dabei wichtige Unterschiede feststellen kann, die zur Unterscheidung von chronischer Grippe und Tuberkulose dienen können, was praktisch von sehr großer Bedeutung ist.

Die Behandlung einer „chronischen" Grippe erfordert viel Geduld vonseiten des Kranken wie des Arztes; Vorbedingung des Erfolges ist natürlich das richtige Erkennen der vorliegenden Erkrankung.

Ernst Mangold: **Neues über Reiz und Erregung im Lebensvorgang**[1]). Jeder physiologische Reaktionsvorgang hat zur Voraussetzung das erregbare lebende Gebilde und den Reiz. Reiz ist jede äußere Veränderung, die auf lebende Substanz so einzuwirken vermag, daß diese selbst mit einer Veränderung im Ablaufe ihrer Lebensvorgänge reagiert. Der Reiz als physikalische oder chemische Veränderung braucht ursprünglich mit dem reizaufnehmenden Gebilde in keiner Beziehung zu stehen. Reiz ist nicht jede Veränderung der äußeren Lebensbedingungen oder eine zu den Ruhebedingungen hinzutretende Komplementärbedingung. Reizaufnahme ist die Gesamtheit der bei einem Reaktionsvorgange bis zum Auftreten der Erregung in dem lebenden Gebilde sich abspielenden Vorgänge. Dabei ist streng zu unterscheiden zwischen der Suszeption als der physikalischen oder chemischen Reizaufnahme am Orte der ersten Berührung mit dem Reize, wobei sich der Organismus rein passiv verhält, und der Rezeption als der physiologischen Reizaufnahme, bei der das lebende Gebilde durch das Auftreten der ersten Erregung aktiv beteiligt ist. Der Ausdruck Perzeption sollte für das Bewußtwerden einer Empfindung vorbehalten bleiben.

Zwischen dem Suszeptionsort und dem Rezeptionsort (Rezeptor) findet, falls beide nicht zusammenfallen, echte Reizleitung statt (indirekte Reizung). Bei direkter Reizung sind Suszeptions- und Rezeptionsort identisch. Reizleitung ist die Leitung eines Reizes von

[1]) Ausführlich erschienen unter dem Titel: Reiz und Erregung, Reizleitung und Erregungsleitung. Ergebnisse der Physiol. 1923, S. 361.

Suszeptions- zum Rezeptionsort. Die Reizleitung kann bei tierischen und pflanzlichen Organismen physikalischer oder chemischer Natur sein. Wenn nicht der primäre Reiz, sondern eine durch diesen hervorgerufene passive Veränderung, also ein sekundärer Reiz, fortgeleitet wird, so ist dies sekundäre Reizleitung. Im Gegensatze zur Reizleitung wird bei der Erregungsleitung ein Erregungsvorgang übertragen. Erregung ist jede aktive Veränderung der in einem lebenden Gebilde ablaufenden Vorgänge. Bei einer Reizbeantwortung umfaßt die Erregung die Rezeption, Erregungsleitung und Reaktion. Es gibt auch Rezeption ohne Reaktion. Erregungsleitung ist die Übertragung einer Erregung vom Rezeptions- zum Reaktionsort, und setzt voraus, daß beide nicht identisch sind. Wenn die Reaktion sich über verschiedene Teile eines Organs, also verschiedene Reaktionsorte ausbreitet, so tritt Reaktionsleitung oder Aktionsleitung ein. Der Lebensvorgang kann als fortdauernde Erregung durch Reize aufgefaßt werden. Die Analyse der Reiz- und Erregungsvorgänge wird durch einfache bildliche Schemata erläutert.

Pratje: **Bau und Bild Helgolands.** Helgoland baut sich zusammen mit der vorgelagerten Düne aus den Schichten des Mesozoikum, des Mittelalters der Erdgeschichte auf. Aus den Gesteinen kann man auf ihre Entstehungsgeschichte schließen, so dürfte beim mittleren Buntsandstein, um mit der ältesten aufgeschlossenen Schichtserie zu beginnen, Wüste oder Steppe mit einzelnen Regengüssen, also Festland in unserem Gebiet gewesen sein. Die Betrachtung der weiteren Schichten ergibt ein Übergreifen des Meeres, also Senken des Bodens im unteren Muschelkalk, ein Heben im mittleren und ein erneutes, länger andauerndes Sinken im oberen Muschelkalk. Während der Keuper- und Jurazeit herrschte wieder Festland, und es konnten keine Gesteine abgesetzt werden, und diese Zeit erscheint uns dadurch heute als Lücke in der Schichtenfolge. Erst in der Kreidezeit brach das Meer wieder herein.

Im Tertiär erfolgte der große Bruch im Westen, das Schrägstellen einer gewaltigen Scholle, wohl unterstützt durch den Salzdruck von unten (Helgoland also ein Salzhorst). Erneute Überflutung im Jungtertiär und die Gletscher der Eiszeit schufen die ebene Fläche des Oberlandes. Die nun einsetzende Zerstörung griff ziemlich rasch vor und fand noch bis in historische Zeit hinein auf der Düne Felsen aus Kreide und Gips vor.

Heute versuchen mit gutem Erfolge Schutzmauern dem Vordringen des Meeres Einhalt zu gebieten, so daß wir allen Grund haben, sie weiterzuführen.

Grünewald: **Die Grundprobleme der Graphologie.** Die moderne Graphologie hat mit den Lehren jener kanonischen aus Frankreich stammenden Graphologie, die besser „Chirogramatomantie" benannt würde, nichts zu tun; nach den Arbeiten der deutschen graphologischen Gesellschaft muß sie vielmehr als Teildisziplin in die allgemeine psychologische Ausdruckslehre aufgenommen werden. Mit dieser Verpflanzung der Graphologie auf den Boden eines umfassenden Denkbereiches von streng wissenschaftlicher Prägung verdient die Lehre von der „Handschrift als Ausdrucksbewegung" aus der Para- in die Orthostellung zu den Wissenschaften gerückt zu werden. Daß diese Forderung in nichts präjudiziert ist, läßt sich beweisen auf experimentellem Wege durch die Kräpelinsche Schreibwage, die das Produkt der Schreibtätigkeit nicht von der Hand, sondern von dem seelischen Antrieb dieser abhängig erscheinen läßt, ferner durch hypnotische Experimente, wobei sich den Suggestionen entsprechende Veränderungen der Handschrift nachweisen lassen. Auch die Beeinflussungen der Handschrift im Laufe der persönlichen Entwicklung und in besonderen Affektzuständen weisen auf enge Beziehungen zu den verschiedenen formalen Weisen im Ablauf des seelischen Geschehens hin. In outrierter Zuspitzung lassen sich die Ergebnisse der Untersuchungen dahin zusammenfassen, die „Hand"schrift ist eine „Gehirn"schrift.

Die Fragestellung heißt nun, auf welche Vorgänge im Gehirn ist es zurückzuführen, daß die Schreibbewegung trotz ihrer Eigenschaft als Willkürbewegung doch als Ausdrucksbewegung aufgefaßt werden kann, d. h. daß bei ihrem Ablauf unbewußte unwillkürliche Triebhandlungen eine Rolle spielen. Die jüngsten Entdeckungen auf dem Gebiete der Neurologie, die sich um den Begriff der extrapyramidalen Bewegungsstörungen kristallisieren, vermögen uns zu einer Beantwortung zu verhelfen. Denn in diesen extrapyramidalen Gehirnzentren haben wir ein stammesgeschichtlich uraltes Bewegungsorgan zu erblicken, das auf Grund uns von unseren Ahnen überkommener Erfahrungen primitive, unwillkürliche Bewegungsvorgänge vermittelt; diese sogen. Automatismen werden als elementare Teilbewegungen in die durch die Pyramidenzellen der Hirnrinde veranlaßten Willkürbewegungen aufgenommen. Auch in die Schreibbewegung als von uns erlernter bewußter Willenshandlung laufen dauernd accidentelle, autonome Faktoren in Gestalt dieser Automatismen ein, so daß ihre Ablaufsform von uns ererbten Größen mitbestimmt wird. Der Wille ist hier verschweißt mit den Mächten des Blutes. Die Eigenart des Schreibens, die an diese vererbten Größen verknüpft ist, greift gestaltend in den Ablauf der Schreibbewegung ein und belebt somit die erlernte Willenshandlung zur Ausdrucksbewegung. Dem psychologischen Erklärungsbestreben (*Klages*) durch Zurückführen der Gestaltungskraft der Handschrift auf den Dualismus von Takt und Rhythmus soll hier der hirnphysiologische Erklärungsversuch zur Seite gestellt werden, nach dem der Ausdruckswert der Handschrift auf ihrer Doppelnatur als einer Willkür- und zugleich Triebbewegung beruht.

Wie nun das Einlaufen der ererbten Automatismen in die Willkürbewegungen diese zu Ausdrucksbewegungen macht, so beruht auch umgekehrt auf ihnen unsere Fähigkeit des unbewußten intuitiven Erfassens des Ausdrucksgehaltes einer Körperbewegung. Denn während die Willenskomponente ihr Ziel außerhalb des Organismus hat, zu dessen Erreichung sie diesen strafft, finden die Automatismen ihre Speisung lediglich aus dem Innern des Menschen, so daß in ihnen im wesentlichen die Eigenarten des Handelnden zum Ausdruck kommen. Die Fähigkeit aber, von der unmittelbaren Gestaltungskraft dieser primitiven Bewegungsbestandteile ergriffen zu werden, läßt sich aus ihrer Natur als stammesgeschichtliches Erbgut ableiten.

Die Handschrift verdient deswegen in der Reihe der Ausdrucksbewegungen eine besondere Beachtung, weil sie als das bleibend gegenständliche Ergebnis der persönlichen Schreibbewegung eine Dauerfixierung darstellt, die einer gründlichen Untersuchung der Beziehungen zwischen ihren Besonderheiten und den darin zum Ausdruck kommenden seelischen Eigenarten standhält, während die psychologische Forschung bei der Analyse derjenigen Ausdrucksbewegungen, die nur flüchtige Eindrücke hinterlassen, auf technische Hilfsmittel zu ihrem Festhalten und objektiven Registrieren angewiesen ist.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9 — Druck von H. S. Hermann & Co. in Berlin SW 19.